This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

UC-NRLF
$B 296 510

Digitized by Google

Metallurgy — Iron

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received Nov. 1890
Accessions No. 42412 Shelf No.
v. 1

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Wissenschaftlich technisches

Handbuch

des gesammten

Eisengiessereibetriebes.

Von

Dr. E. F. Dürre,

Professor und ordentlicher Lehrer der Hüttenkunde und Probirkunst am Königlichen Rheinisch-Westfälischen Polytechnicum zu Aachen.

Zweite unveränderte Auflage.

Band I.

(Einleitendes, die Materialienlehre und die Lehre von den Betriebsvorrichtungen und Geräthen umfassend.)

Mit 20 Tafeln Abbildungen.

Leipzig.

Verlag von Arthur Felix.

1875.

Digitized by Google

TS230
D8
v.1

112412

Digitized by Google

G. B.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Noch während der Vollendung des zweiten Bandes, dessen Schlusslieferung unter der Presse sich befindet, wurde eine neue Auflage des ersten Bandes nothwendig, da die erste Ausgabe desselben vergriffen war. Eine Umarbeitung des ersten Bandes bei dieser Gelegenheit erschien dem Verfasser nicht angezeigt; nur der seiner Zeit aus den früheren Aphorismen unverändert übernommene erste Hauptabschnitt des Ganzen, die Materialienlehre, erfuhr eine gleiche übersichtliche Aenderung und Theilung, wie sie der zweite Hauptabschnitt schon in der ersten Ausgabe erhalten. Der Inhalt selbst ist mit Ausnahme weniger Correcturen völlig unverändert geblieben.

Aachen, im December 1874.

Digitized by Google.

Vorrede zur ersten Auflage

des ersten Bandes.

Die „Aphorismen über Giessereibetrieb", deren erste Hälfte jetzt vollständig vorliegt, sind den Grenzen entwachsen, welche der Titel andeutet, indem er einer Reihe aphoristischer Mittheilungen über verschiedene Punkte des Giessereibetriebes gebührte, die unter sich nur lose verknüpft sein konnten. Bei der Materialienlehre schon zeigte sich der eingeschlagene Weg und die Methode des technischen Essays unzureichend und der Verfasser hatte bereits damals die stille Absicht, den ursprünglichen Plan offen aufzugeben. In der Folge wurde, nachdem die erste Doppellieferung eines Separatabdruckes erschienen und günstig beurtheilt worden war, nur der Rest der Materialienlehre noch in der Berg- und hüttenmännischen Zeitung veröffentlicht und der nächste Hauptabschnitt für sich zu redigiren begonnen.

Diese beiden Theile — die Lehre von den Materialien, sowie die Beschreibung der Betriebsvorrichtungen und Geräthe — bilden die Substanz des ersten Bandes und füllen nahezu 48 Druckbogen, denen zur Veranschaulichung 20 Tafeln Abbildungen beigegeben sind.

Hinsichtlich der Methode, so unterscheiden sich die „Aphorismen" wesentlich von anderen Werken technischen Inhalts; der Verfasser, zunächst auf dem Boden eigener praktischer Erfahrung stehend, hat dem

Digitized by Google

Buch ein durchaus praktisches Gepräge gegeben, dagegen theoretische Ueberblicke und Anschauungen nur da eingreifen lassen, wo die Gruppirung verwickelter Erscheinungen nach gesetzlichen Reihen eine solche Hülfe durchaus nothwendig machte.

Bei solchen Apparaten, welche seit längerer Zeit ein specielles Fach der Maschinenmechanik ausmachen, z. B. bei den Gebläsen (besonders den Ventilatoren) und bei den Krahnen sind ausführliche theoretische wie praktische Rechnungen bewährter Autoren angeführt und besprochen worden; dagegen ist auch in solchem Falle die technische Kritik nicht ausgeschlossen worden und der Leser vermag, auf Fehler und Verstösse gegen wichtige Grundanschauungen aufmerksam gemacht, eher sich ein concludentes Urtheil zu bilden.

Die einzelnen Kapitel haben selbstverständlich eine verschiedene Ausdehnung erhalten müssen, je nach der Wichtigkeit ihres Inhalts für den Giessereitechniker; so ist unter den Materialien hauptsächlich das Roheisen ausführlich und demnächst das Formmaterial eingehend behandelt, während von den Brennmaterialien nur das Nothwendigste gesagt wird. Dieses Wenige aber enthält vorwiegend praktische Winke über Wahl und Benutzung der Brennstoffe in den Eisengiessereien, wobei namentlich die Einwirkung derselben auf Qualität und Preis der Gusswaaren hervorgehoben worden ist.

In dem zweiten Hauptabschnitt sind zunächst die Ofenconstruktionen mit der grössten Ausführlichkeit behandelt worden, da dieses die Apparate sind, welche der Techniker stets selbst entwerfen und ausführen wird. Dadurch, dass ihm eine grosse Reihe von Profilen geboten, ist er in den Stand gesetzt, sich die Lö-

Digitized by Google

sung zu suchen, welche den Vorbedingungen seines Construktionsproblems am Ehesten entspricht. Bei den Gebläsen dagegen werden nur einige bewährte Construktionen besprochen. Daraus aber und aus der vorhergegangenen theoretischen Discussion treten die maassgebenden Gesichtspunkte hinreichend hervor, um den Techniker bei dem Ankauf und der Bestellung eines Gebläses nicht in die Hände des Maschinenbauers zu liefern, der in den seltensten Fällen eine durchaus richtige Anschauung von dem wirklichen Bedürfniss der Eisengieserei haben kann.

Von den übrigen Hülfsvorrichtungen sind besonders die Darrkammern, die Dammgruben und die Krahne mit Ausführlichkeit behandelt worden, wogegen die Vorbereitungsmaschinen für Formmaterial, die Aufzüge und andere Vorrichtungen eine weniger eingehende Bearbeitung erfahren.

In jedem Falle wurden aber die besten Grundsätze für Construktion und Betrieb angegeben und durch Raisonnement und Beispiel nach jeder Richtung motivirt, so dass der Techniker auch hierin sich leicht eine sichere Meinung bilden oder vervollständigen kann.

Die eigentlichen Werkzeuge und Geräthe sind verhältnissmässig kurz abgefertigt worden, weil, ohne der Lehre von der Arbeit selbst vorzugreifen, eine genaue Beschreibung nicht gut möglich schien. Es ist deswegen an vielen Stellen auf die in dieser Beziehung ergänzende Rolle des nächsten Hauptabschnittes verwiesen worden.

Die Abbildungen sind zum grössten Theil von dem Verfasser selbst nach den besten Quellen und Aufnahmen entworfen, in den Maassen genau controlirt und eventuell berichtigt, so dass sie einerseits eine

Digitized by Google

exakte Darstellung gewähren und andererseits als Entwürfe zu wirklichen Ausführungen dienen können. Der Maassstab ist dazu in den meisten Fällen ein hinreichend grosser und die Ausstattung seitens der Lithographie ebenfalls eine saubere und correkte.

Es bleibt noch Einiges über die Benutzung der bereits vorhandenen Literatur zu sagen übrig. Ausser den jedes Mal citirten Werken von Percy, Wedding, Weisbach, Kerl und den in periodischen Schriften und Aufsätzen erschienenen Mittheilungen sind es vorzugsweise die das Giessereifach speciell behandelnden Werke von Launay d'Avranches (Manuel du fondeur, 2 Bde. Paris. Roret, 1827) und Guettier (de la fonderie etc. Paris, Lacroix. 1858), welche dem Verfasser grosse Dienste geleistet. Damit soll nicht gesagt sein, dass er sich ihre Aussprüche und Ansichten ohne Weiteres angeeignet; im Gegentheil, einer Kritik derselben ist er nie aus dem Wege gegangen; aber selbst in solchem Falle gewinnt der Leser durch die Gegenüberstellung der verschiedenen Anschauungen ein reicher ausgestattetes Bild von dem betreffenden praktischen Fall.

Von grösstem Nutzen neben der eigenen gründlichen Erfahrung waren dem Verfasser jedoch die seit mehreren Jahren im Pract. Mechanics Journal durch den Herausgeber Rob. Mallet F. R. S. veröffentlichten Aufsätze über Eisengiessereipraxis. Abgesehen davon, dass die dem ersten Erscheinen der „Aphorismen" verwandte Form der Mittheilung den Verfasser anzog, so erkannte er gar bald eine mit der Sache in hohem Grade vertraute Persönlichkeit in dem Urheber jener Mittheilungen und erlangte in längerem interessanten Briefwechsel mit ihm die werthvolle Erlaubniss, von denselben in beliebiger Weise Gebrauch zu machen. Dieses

Digitized by Google

ist besonders in den Kapiteln geschehen, welche über Formmaterial und über seine Vorbereitung handeln; demnächst sind die weniger bekannten Schachtofenprofile der Neuzeit zum grossen Theil den Mallet'schen Aufsätzen entlehnt, sowie auch der ausführliche Bericht über die Dammgruben denselben zum grossen Theil entnommen würde.

Immer jedoch ist diese Benutzung fremder Arbeit von der nöthigen Sichtung und Kritik begleitet, stets sind den Ansichten Mallet's die des Verfassers gegenübergestellt und motivirt worden, so dass Alles Fremde eine selbständige Bearbeitung erfahren hat.

Berlin, im Herbst 1869.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichniss des ersten Bandes.

Seite

Einleitung 1

Formen und Giessen 1. Vorzüge des Gusseisens 2. Gusswesen und plastische Nachbildung überhaupt 3. Plastische Substanzen 3. Formen, Modelle 4. Formmassen 6. Theilung der Arbeit nach dem Formmaterial 6, nach der Gestalt des Stückes 7. Darstellung des flüssigen Gussmaterials 9. Tiefelöfen, Schachtöfen, Flammöfen 9. Wahl des Brennstoffs 9. Oekonomische Rücksicht bei Anlage einer Giesserei 10.

I. Die Betriebsmaterialien.

Uebersicht und Eintheilung 12

A. Das Gussmaterial 12

Abtheilung a. *Von dem Rohcisen und seiner Classifikation nach den Erscheinungen des Hochofenbetriebes* 12

§. 1. Allgemeines 12. §. 2. Erscheinungen beim Hochofenbetriebe und ihre Resultate 13. §. 3. Darstellung des brauchbarsten Giessereiroheisens 14. §. 4. Roheisen der Brauneisenerze und gerösteten Sphärosiderite 15. §. 5. Roheisen der Roth- und Magneteisensteine und gerösteten Spatheisensteine 16. §. 6. Roheisen der Wiesenerze 16.

Abtheilung b. *Von der Wahl eines Roheisens zum Giessereibetrieb und von den dabei anzustellenden Proben und Versuchen* 17

§. 7. Rücksicht auf den auszuführenden Umschmelzprocess 17. § 8. Nothwendigkeit empirischer Proben 17. §. 9 und 10. Herdplattenguss 18. §. 11. Poterie- und Ofenguss. Rücksichten auf Emaille 20. §. 12. Röhren-

Digitized by Google

Seite

guss 21. §. 13. Guss complicirter Formen mit ungünstiger Eisenvertheilung 22. §. 14. Kunstguss 22. §. 15. Maschinentheile und anderer fester Guss 23.

Abtheilung c. *Von einigen typischen Giessereiroheisensorten und den natürlichen Verhältnissen der betreffenden Erzeugungsbezirke, sowie von der specifischen Verwendung der Hauptroheisenlager* . . 24

§. 16. Der Roheisenmarkt zu Berlin 24. §. 17. Verhältniss im übrigen nordöstlichen Deutschland, besonders in Schlesien 25. §. 18. Cokeshochofenwerke Oberschlesiens, die Giessereiroheisen produciren 27. §. 19. Holzkohlenhochofenwerke derselben Gegend und ihr Produkt 28. §. 20—22. Roheisen von gemischter Qualität und Verhalten desselben beim Walzenguss 29. §. 23. Roheisen bei Zusatz von Frischschlacken erblasen 32. §. 24. Hochofenwerke und Giessereien in Galizien, Oesterreichisch-Schlesien und Mähren 33. §. 25. Roheisenerzeugung zu Witkowitz 35. §. 26. Commercielle Bedeutung des ungar. Roheisens 37. §. 27. Schilderung der Erzlagerstätten und Fabrikationsbezirke von Ober-Ungarn 38. §. 28. Eigenschaften der ungarischen Eisensorten 40. §. 29. Verwendungen desselben 41. §. 30 u. 31. Steyrisches und Kärnthner Eisen 43.

Abtheilung d. *Von dem Einfluss der physikalischen und chemischen Kräfte auf das Roheisen und von dem Werth der Resultate solcher Wirkung für den Giessereibetrieb* 47

§. 32. Einleitendes 47.

1) Die physikalischen Eigenschaften des Roheisens — Farbe, Glanz, Textur, Cohäsion (Härte, Elasticität, Festigkeit, Gewicht . . 48

§. 33. Allgemeines 48.

aa) Von der Farbe des Eoheisens. . . 49

§. 34. Graues, weisses und halbirtes Roheisen 49. Vorzüge und Nachtheile einzelner verschieden gefärbter Sorten für den Giessereibetrieb 50. 51.

bb) Von dem Glanze des Roheisens . . 51

Digitized by Google

Seite

§. 35. Seine Wichtigkeit bei der vorläufigen Bestimmung der Qualität einer Roheisensorte 52. Beweise dafür 53.

cc) Von der Textur des Roheisens . . 54

§. 36. Definition des Ausdrucks 54. Beziehungen zur Krystallisation 55. §. 37. Von den Varietäten der Textur oder des Gefüges 56. Ableitung derselben aus dem Erstarrungsprocess 57.

§. 38. Erster Fall: hitzige Schmelzung und langsame Erstarrung 57. Beispiele 59. §. 39. Zweiter Fall: hitziges Schmelzen und rasches Erstarren 59. Beispiele 60. §. 40. Dritter Fall: Langsames Schmelzen und langsame Erstarrung 61. §. 41. Vierter Fall: Langsames Schmelzen und rasches Erstarren 63, §. 42. Anführung anderer Momente, welche die Textur des Roheisens verändern können 65. Andauerndes Glühen 65. Erfahrungen von Prinsep-Karsten und Guettier 66. §. 43. Einfluss des abwechselnden Glühens und Abschreckens — Versuche von Clerk — 67. §. 44. Einflüsse der mechanischen Kräfte auf die Textur des Roheisens — Mittheilungen von Wiebe — 69.

dd) Von der Cohäsion des Roheisens . . 70

§. 45. Allgemeine Begriffe und Beziehungen der Cohäsion zur Textur und dem Aggregatzustand 70.

§. 46. Die Härte als Folge der Cohäsion 72. Definition Karsten's, Wiebe's und des Verfassers 73. Härtescala und Messungen 73.

§. 47. Die Sprödigkeit des Roheisens, eine zweite Folge der Cohäsionsverhältnisse 74. Beispiele von Spannungen 75. §. 48. Vergleich mit den Spannungen in anderen Substanzen 76. Mittel zur Hebung derselben 77.

§. 49. Die Elasticität des Roheisens. Definition der Elasticität als wahrer Ausdruck der thätigen Cohäsionskraft 78. Elasticitätsgrenze eines Körpers 79. §. 50. Maass der Elasticität auf Versuche gegründet 80. Begriff des Elasticitätmodulus 80.

§. 51. Die Festigkeit des Roheisens. Festigkeit der Körper im Allgemeinen 81. Ausdrücke für dieselbe 82. §. 52. Messungen an dem Roheisen — Kritik der älteren von Karsten publicirten Resultate 83. §. 53. Erfahrungssätze für Elasticität, absolute und rückwirkende Festigkeit, wie sich dieselben aus den Versuchen von Hodgkinson und Morin ergeben 85. §. 54. Berechnung von Mittelwerthen derselben Funktionen und Vergleichung der von Karsten, Breymann, Guettier mitgetheilten Resultate 88. §. 55. Von der relativen Festigkeit des Roheisens — Zusammenstellung der Guettier'schen Versuche 90. §. 56. Schluss-

Digitized by Google

Seite

folgerungen für die Anwendung des Gusseisens in Bauwerken und Maschinen 93. Säulen und Träger 94.

§. 57. Steigerung der Festigkeit des Roheisens durch verschiedenartige Behandlung beim Umschmelzen und Erstarren. Besprechung der Frage: Wie vergrössert man die Festigkeit des Gusseisens? 98. Verhältniss der Cohäsion zur Krystallisirbarkeit und Schott's Erfahrungen 98. Fairbairn's und amerikanische Versuche 99, 100. §. 58. Einfluss der Mischung auf die Cohäsion, Versuche über zweckmässige Gattirung von Guettier, Abel und in Lüttich 100. §. 59. Erfahrungen in Berlin 102. Oberschlesien 103. §. 60. Einwirkung des Zusammenschmelzens von Gusseisen und Schmiedeeisen — Stirling'sches Verfahren 105. Resultate in Gleiwitz 105. Notizen von Guettier 106. §. 61. Einfluss der Brennstoffe und der Windführung auf die Cohäsion der Umschmelzprodukte 107. Verfahren von Crace Calvert 108. Wirkung des kalten Windes 109. §. 62. Fremde Zusätze beim Umschmelzen 109, Wolfram, Mangan, Aluminium — 110.

ee) Von dem specifischen Gewicht des Roheisens 111

§. 63. Zusammenstellung der hauptsächlichsten Bestimmungen 111. Beziehung zu Farbe und Textur 111.

2. Von dem Einfluss, den Luft und Wärme auf das Roheisen ausüben; Allgemeine Bemerkungen 112

§. 64. Einwirkung der Wärme 112. Allgemeines 112.

aa) Von den Veränderungen des Roheisens beim Erhitzen und Schmelzen . 113

§. 65. Allgemeines 113. Schmelzpunkt 114. Schweissung des Gusseisens 114. §. 66. Beispiele für ausgeführte Schweissungen 115.

bb) Von der Beschaffenheit des flüssigen Roheisens 117

§. 67. Farbe und Aussehen 117. §. 68. Das Spiel auf der Oberfläche des Gusseisens 118. §. 69. Verschiedenheit des Spiels bei veränderter Farbe des Gusseisens 119. Probe oder Wanzen 120. Schotts Arbeiten 121. Karstens Aeusserungen 121.

cc) Von dem Erstarren des Roheisens . 122

§. 70. Allgemeiner Verlauf 122. Graphitausscheidung 123. §. 71. Beziehung der Graphitaus-

Digitized by Google

Seite

scheidung zu der Erscheinung des Schwimmens kalten Roheisens auf flüssigem 124. Anführung Karsten's, Valérius-Hartmann's, Jolly's 125. §. 72. Theorie von Rammelsberg, die Constitution des Roheisens betreffend 125. Anwendung derselben auf die Graphitausscheidungsphänomene 126. §. 73. Andeutungen von Nasmyth und Wiebe über das Schwimmen des Roheisens 127. Erfahrungen und Hypothesen von Gruson 128. §. 74. Versuche und Schlüsse über denselben Gegenstand von Centner in Meissen 129. Gegnerische Aeusserungen von Gruson, Seyffert und Scheffler 130. Beobachtungen und Erfahrungssätze von Schott in Ilsenburg 131. §. 75. Mittheilungen von Bothe und Wiebe 133. §. 76. Anschauungen von Guettier 134.

dd) Von dem Schwinden des Roheisens . 134

§. 77. Allgemeiner Verlauf 135. Schwindmaass 135. Erfahrungen über das Schwinden, von Karsten und Wiebe 135. §. 78. Verhältniss der Grösse der Schwindung zur Zeit des Erkaltens 136. §. 79. Beziehungen zwischen dem Schwinden und der Natur des Roheisens 137. Unterschied zwischen Cokes- und Holzkohlenroheisen 138. §. 80. Unterschied zwischen dem Schwinden des grauen und weissen Roheisens 138. Erfahrungen von Karsten und Versuche von Guettier 139.

ee) Von dem Nachsaugen des erstarrenden Roheisens 140

§. 81. Verlauf des Nachsaugens 140. Begriff der verlorenen Köpfe 141. Bildung der Krystalldrusen 142.

ff) Erfahrungen über Schwinden und Saugen des Roheisens. 143

§. 82. Erfahrungen über das Schwinden bei dem Guss dünnwandiger Gefässe 143. §. 83. Verschiedenheit des Schwindens in zwei Schichten desselben Gusstückes. Wirkungen dieser Erscheinung 143. Erfahrungen des Verfassers beim Hartwalzenguss 144. §. 84. Schlüsse über die Bildung der Hartschaalen 145.

gg) Von dem Tempern des Roheisens . 146

§. 85. Versuche von Reaumur — Unterschied, der sich auch hierbei zwischen dem grauen und dem weissen Roheisen zeigt 146.

3) Von dem Einfluss der Elektricität und des Magnetismus auf das Roheisen 147

Digitized by Google

Seite

§. 86. Versuche von Guetttier, Besprechungen von Karsten und Napier 147.

4) Von den chemischen Eigenschaften des Roheisens und den Beziehungen seiner Bestandtheile zu einander und zu den physikalischen Eigenschaften . 149

§. 87. Von der Chemie des Roheisens überhaupt — Allgemeine Aeusserungen 149.

aa) Beziehungen zwischen den Elementen des Roheisens und den in den meisten Erzklassen enthaltenen fremden Mineralsubstanzen 151

§. 88. Begründung des Satzes, dass die Kenntniss der in den drei Haupteisensorten des Handels enthaltenen fremden Substanzen sich durch die Betrachtung der Erze und ihrer Entstehungsfolge am leichtesten erwerben lasse 151. §. 89. Volger's Reihe des Bildungsganges sämmtlicher Eisenerze. Ueberführung des Spatheisensteins in Brauneisenstein 153. §. 90. Uebergang des Brauneisensteins in Rotheisenstein 155. Erfahrungen über Rostbildung 155. §. 91. Schlüsse der Volger'schen Erfahrungen — Relative Reinheit der Erze 157. Primär abgelagerte und transportirte Erzlagerstätten 157. Ludwig's Arbeiten hierüber 158.

bb) Eintheilung der Eisenerze nach ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften 158

§. 92. Eintheilung der Eisenerze — Charakteristik des Spatheisensteins 158. §. 93. Bildung der unreinen Spatheisensteine — Sphärosiderite, Thoneisensteine, Blackband 160. Gehalt derselben an Schwefelmetallen und fremden Carbonaten 161. §. 94. Das Eisenoxyd und seine Hydratstufen als Erzgruppe. Classifikation der einzelnen Bildungen. Grössere und geringere Reinheit 161. Auftreten und Zunahme des Phosphorgehalts 162. Milde Erze, Bohnerze, Stufferze, Rasenerze 163. §. 95. Betrachtung der aus diesen verschiedenen Brauneisensteinen erblasenen Roheisensorten 163. Roheisen von Sayn — Mariazell — Ungarn — Thüringerwald — Siegerland 164. §. 96. Roheisen aus oberschlesischen Brauneisenerzen 165. Roheisen aus

Digitized by Google

Seite

Bohnerzen und Rasenerzen 165. §. 97. Der Rotheisenstein oder der Hämatit in allen seinen Varietäten 167. Classifikation derselben 168. §. 98. Roheisen aus den Erzen dieser Klassen und seine Eigenschaften 168.

§. 99. Das Eisenoxydoxydul als Erz 168. Charakteristik des Magneteisensteins. Seine Bildung 169. Hypothesen von Ludwig und Volger 170. §. 100. Produkte der Magneteisensteine und ihre Eigenschaften 171.

cc) Von den fremden Bestandtheilen des Roheisens 172

§. 101. Classifikation der fremden Bestandtheile des Roheisens — Summe derselben in Procenten 172. Classifikation der wichtigeren 173. §. 102. Von der Herkunft der verschiedenen Bestandtheile nicht metallischer Natur 172. §. 103. Von den Bestandtheilen metallischer Natur und ihrem Herkommen 175.

dd) Von dem Verbindungsverhältniss sämmtlicher Bestandtheile des Roheisens 176

§. 104. Schwierigkeiten bei der Probenahme und Analyse des Roheisens; ein bestimmtes Verbindungsgesetz ist deshalb noch nicht aufgestellt 177. §. 105. Charakteristik der Gurlt'schen Theorie 179. §. 106. Ausbau der Gurlt'schen Auffassung durch C. von Mayrhofer 180. §. 107. Angriff der Gurlt'schen Formeln und Resultate durch Rammelsberg 181.

ee) Beziehungen der physikalischen Charaktere, besonders der Krystallisation zu der chemischen Zusammensetzung des Roheisens 183

§. 108. Charakteristik der neueren auf die Isomorphie gegründeten Theorie von Rammelsberg über die Constitution des Roheisens 183. Wichtigkeit der Krystallform für solche Theorien — Arbeiten von Schott 185. §. 109. Darlegung der auf physikalische Charaktere gegründeten Constitutionstheorie des Verfassers für das Roheisen 185. Nachweisung zweier verschiedener metallischer Grundmassen neben dem Graphit im Roheisen 186. §. 110. Charakteristik der verschiedenen Grundmassen und Beziehungen desselben zu den Veränderungen im Roheisen 187. Hypothesen von Fuchs über zwei verschiedene metallische Substanzen im Stahle 188. §. 111.

Digitized by Google

Seite

Präcisirung der Hypothese des Verfassers in bestimmten Sätzen 189. §. 112. Beziehungen der hypothetischen Bestandtheile zu den verschiedenen Eigenschaften der gewöhnlichsten Hauptroheisenarten 191. §. 113. Einflüsse der Aenderungen im Hochofenbetrieb auf diese Beziehungen 192. §. 114. Unterschiede in der chemischen Natur der beiden Grundmassen 194. §. 115. Einflüsse der Graphitabsonderung auf das Verhältniss der Bestandtheile zu einander 195. Beziehungen der Graphitausscheidung zu den Erkaltungsumständen des Roheisens 196. Schluss 197.

B. Brennmaterialien 197

Abtheilung a. *Von der Verwendung des Brennmaterials bei dem Eisengiessereibetrieb. Eintheilung der Brennstoffe, Anforderungen an dieselben, Wahl der billigsten Brennstoffe, Einflüsse auf das Giessmaterial, Bestandtheile der Brennstoffe.*

§. 1. Von der Verwendung des Brennmaterials bei dem Giessereibetrieb überhaupt — ökonomische Rücksichten dabei 197. §. 2. Eintheilung der Brennstoffe nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten 199. §. 3. Zusammenhang zwischen der Verbrennungserscheinung und der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Brennstoffe 200. §. 4. Wahl des billigsten Brennstoffes nach der Höhe des Wirkungswerthes, auf den Preis bezogen 202. §. 5. Anforderungen an den Brennstoff für Giessereien 203. §. 6. Einflüsse der Brennstoffe auf das Giessmaterial und Auswahl der besten Benutzungsmethode nach der hierbei gewonnenen Erfahrung 205. Nothwendigkeit der gründlichen Untersuchung der die Asche zusammensetzenden Substanzen 206. § 7. Herkunft der Aschenbestandtheile 207. §. 8. Zusammenstellung der sämmtlichen Nebenbestandtheile der Brennstoffe, in flüchtige und fixe gruppirt 207.

Abtheilung b. *Von der Anwendung verschiedener bestimmter Brennstoffarten bei dem Giessereibetriebe* 209

§. 9. Die Wahl des Giessereitechnikers wird durch die Möglichkeit erleichtert, Glühfeuer oder Flamme nach Belieben verwenden zu können 209.

Digitized by Google

Seite

1) Von der Verwendung der Holzkohlen beim Cupolofenbetrieb . 211

§. 10. Verwendbarkeit der Holzkohle im Allgemeinen 211. Welche Sorten verwendet man vorzugsweise? 212.

2) Von der Verwendung der Cokes im Giessereibetriebe etc. . . . 212

§. 11. Allgemeines über Anwendung der Cokes 212. Classifikation derselben 213. §. 12. Einflüsse der Kohlenaufbereitung und der neueren Cokesofenconstruktionen 214. §. 13. Vorzüge des Appolt'schen Ofens 215. Beschreibung desselben 216. §. 14. Vorzüge anderer Systeme mit flacher Schüttung auf weiter Ofensohle 217. Oefen von Cox, Jones und François — Schaumburger Oefen 217. §. 15. Kennzeichen guter Cokes 219. Guettier's Anforderungen 220.

3) Ueber die Anwendung der Braunkohlen und des Torfes bei dem Giessereibetrieb 221

§. 16. Allgemeines 221. §. 17. Beispiele für die Benutzung dieser Brennstoffe bei dem Hüttenbetrieb überhaupt und dem Giessereibetrieb im Besonderen 222.

4) Von der Anwendung von Gasen im Giessereibetrieb 224

§. 18. Generatorenbetrieb überhaupt 224. §. 19. Schilderung des Steinkohlengasofens von Eck 225. §. 20. Besprechung des Siemens'schen Ofens 226.

5) Von der Anwendung flüssiger Brennstoffe beim Giessereibetrieb 228

§. 21. Ueber die Anwendbarkeit flüssiger Brennstoffe z. B. der Steinöle 228. Schilderung der in neuester Zeit construirten Vorrichtungen zur Einführung solcher Substanzen auf die Herde der Schmelzöfen 229.

C. Formmaterialien 229

Einleitende Bemerkungen.

§. 1. Feststellung des Begriffs und der nothwendigsten Eigenschaften eines Formmaterials 229. §. 2. Bezeichnung der Substanzen, welche

Digitized by Google

Seite

den aufgestellten Anforderungen entsprechen 230. Verlauf eines Gusses 232. §. 3. Von den Eigenschaften des Formmaterials, welche die Reinheit des Gusses bedingen: Verhältniss der Masse der Form zum Gussgewicht 232. §. 4. Von der künstlichen Verbesserung und Veränderung der Formmaterialien 233.

Abtheilung a. *Besprechung verschiedener Arbeiten über Formsande.*

1) Arbeiten von Reinhardt . . . 235

§. 5. Vorbemerkungen. Anforderungen an ein gutes Formmaterial 235. §. 6. Classifikation der Sande nach ihren physikalischen Kennzeichen 236. §. 7. Unterscheidung einzelner Abarten: Sande von gleichem Kaliber 237. Körnige Sande von gleichem Kaliber 237. Blättrige Sande von gleichem Kaliber 240. Splittrige Sande von gleichem Kaliber 240. §. 8. Sande von ungleichem Kaliber körnig — blättrig — splittrig 240. §. 9. Beschreibung wirklich vorkommender gleichartiger Sande; vorherrschend körnige 241, vorherrschend splittrige 242, vorherrschend blättrige 242. §. 10. Gemischte Sande von mehr unbestimmtem Charakter 243. §. 11. Wesentliche Kennzeichen eines guten Formsandes. Empirische Proben, die bei der Untersuchung anzustellen sind 244. Anwendung der Schlämmversuche 245. §. 12. Versuchsresultate Reinhardt's durch chemische und physikalische Analyse 246.

2) Arbeiten von Mallet 248

§. 13. Einleitendes 248. §. 14. Resultate der Untersuchungen Karmarsch's — Folgerungen Mallet's daraus 250. §. 15. Begründung der nothwendigen Eigenschaften eines Formmaterials durch die Betrachtung der vollendeten Form 251. §. 16. Betrachtung der äusseren Eigenschaft des zur Förmerei fertig zubereiteten Formsandes 252. Grundsätze, die sich hieraus ergeben 253. §. 17. Ueber den Einfluss der Korngestalt des Sandes 253. §. 18. Classifikation der Sande in zertrümmerte und krystallinische 254. §. 19. Besprechung der Frage, in welcher der beiden Classen sich die besten Formsande befinden 256. §. 20. Von der Haltbarkeit eines Formsandes d. h. seiner Fähigkeit, wiederholt zum Formen gebraucht werden zu können 257. Einfluss der Haarspalten in den einzelnen Sandkörnern 257. §. 21. Beispiele einzelner Formsande 258. §. 22. Feuerfeste Mischungen als Formmaterial für massive oder sehr heisse Güsse 260. §. 23. Surrogate gewöhnlicher

Digitized by Google

Seite

Sande. Titaneisen und vulkanische Tuffe 261. §. 24. Eigenschaften des trocknen Theilsandes oder Streusandes 262. §. 25. Ueber die Zusätze, welche man dem Formmaterial gibt — Kohlenstaub 268 §. 26. Hypothesen über die Wirkung des Kohlenstaubes im Formsande 265. Regeneration des gebrauchten Sandes 266. §. 27. Beschaffenheit des zum Ueberziehen der Formflächen verwendeten Kohlenstaubes und der Schwärzen 266. §. 28. Hypothesen von Schafhäutl und Mallet über die Wirkung der Schwärzen 268. §. 29. Erläuterungen des Ueberganges von Kohle in Graphit bei verschiedenen anderen Vorgängen 269. Die Hypothesen des Verfassers werden denen von Mallet gegenüber gestellt 270.

3) Darlegung französischer Ueberlieferungen und Ansichten über Formmaterialien 271

§. 30. Anschauungen Swedenborg's — Launay's — Hassenfratz's 271. §. 31. Launay's ausführliche Mittheilungen über die Pariser Sande 272. §. 32. Desselben Ansichten über die künstliche Vorbereitung der Sande überhaupt 273. §. 33. Guettier's Auslassungen über Formsande und ihre Vorbereitung 274.

4) Arbeiten von Schott 276

§. 34. Untersuchung der Pariser Sande und Versuch, dieselben durch Mischung einheimischer Materialien nachzuahmen 276. §. 35. Darstellung der empirischen Methode, um die Porosität der Sande zu messen 277. §. 36. Eigenschaften kalkiger und mergeliger Sande und Einfluss derselben auf die Qualität der Güsse. Anwendung und Zubereitung des Kohlenstaubes nach Schott 278.

5) Arbeit von Remelé über die Sandbildungen 280

§. 37. Resumé der vorgetragenen Erfahrungen 280. §. 38. Definitionen von Geschiebe, Kies, Sand, Schluff als einzelne Phasen der Gesteinszertrümmerung 281. §. 39. Mineralogische Zusammensetzung der Sandsorten 282. §. 40. Betrachtung der Trümmergesteine 283. §. 41. Grundlagen der feuerfesten Qualität eines Sandes und Erfordernisse zur Verwendbarkeit als Formsand 285.

Abtheilung b. *Von der Masse und von dem Lehm* 286

Digitized by Google

Seite

§. 42. Definition der Masse; Bestandtheile derselben im fertigen vorbereiteten Zustand 286. §. 43. Aufbewahrung der Massen — ökonomische Verhältnisse 287. §. 44. Mischungsverhältnisse der Massen — Eintheilung der rohen Massen in anstehende und transportirte 288. §. 45. Oberschlesische Formmassen 290. §. 46. Berliner Massen 291. Sächsische Formmassen 292. §. 47. Besprechung der Feinmassen-Verhältnisse von Witkowitz und vom Annaberg 292. §. 48. Transportirte Massen — Pariser Sande 294 §. 49. Wiener Sande. Schlussbemerkung über die Masse 295. §. 50. Definition des Formlehms 296. Eigenschaften und Mischungsverhältnisse 297. §. 51. Zubereitung des Formlehms 298. Ansichten von Mallet darüber 298.

Abtheilung c. *Besprechung einiger anderer Formmaterialien* 299

§. 52. Von dem Gyps und seinen Beimengungen — von dem Gusseisen als Formmaterial 299.

II. Die Betriebsvorrichtungen der Giessereien.

Einleitende Bemerkungen und Eintheilung 301

A. Die Betriebsvorrichtungen 302

§. 1. Allgemeine Besprechung und Eintheilung in grössere Gruppen 302.

Abtheilung a. *Die Betriebsvorrichtungen, welche zum Vorbereiten des Gussmaterials gebraucht werden* 303

§. 2. Anführung derselben und weitere Disposition des Stoffes 303.

1) Von den Oefen zum Umschmelzen des Roheisens im Allgemeinen . 304

§. 3. Begriffe der hierbei üblichen Grundformen, bezogen auf die allgemeine Metallurgie 304. §. 4. Nähere Definition der bei der Giesserei angewandten Ofensorten und Gruppirung derselben in Tiegelöfen — Cupolöfen — Flammöfen 305.

aa) Von den Tiegelöfen 306

§. 5. Allgemeine Beschreibung des Tiegelofens 306.

Digitized by Google

Seite

§. 6. Unterschiede der Construktion für Cokes und Holzkohlen. Tiegelöfen nach Guettier und Karsten. Neuere Anlage in Sayn 307.

§. 7. Tiegelöfen mit Gebläse. Sefstroem'scher Ofen 308. Launay-Guettier'sche Anlage derartiger Oefen 309.

§. 8. Von den Tiegeln und ihren nothwendigen Eigenschaften 310. §. 9. Anfertigung der Tiegel 311. Angaben Mallet's 311. §. 10. Angaben von Guettier 312. §. 11. Fabrikation der Graphittiegel. Tiegelmaschinen 314.

bb) Von den Schacht- oder Cupolöfen . 315

§. 12. Geschichtliches — Aelteste Formen — Réaumur'sche Oefen 315. §. 13. Stürz- oder Senköfen. — Norberg'scher Ofen 316.

§. 14. Calebasseöfen nach Valérius. §. 15. Windführung der Calebasserien 318.

§. 16. Die neueren Schachtöfen — Zusammensetzung derselben 319. Aufbau des Fundaments 319. §. 17. Der eigentliche Ofenkörper und seine Bestandtheile: Armatur und Futter. Die Esse und ihr Aufbau 320.

§. 18. Von dem Mantel des Ofens 322. §. 19. Blechene Mäntel und ihre Vorzüge 323. §. 20. Die Bodenplatte 324. §. 21. Die Windleitung. Verschiedene Anordnungen einfacher Art 325. §. 22. Complicirte Düsenapparate 327. Zimmermann'sche Anordnung 328. §. 23. Ringförmige Windzuführung 328. Sefstroem'sche oder Schmahel'sche Oefen 328. §. 24. Vorzüge dieser Windführung 330. §. 25. Von der Gichtöffnung und ihrer Armatur 331. Gichtthüren 332. §. 26. Von der Arbeitsthür — ältere Einrichtung 332. §. 27. Trennung des Stiches von der Arbeitsthür 333.

§. 28. Von dem Futter des Ofens — Theilung desselben 335. §. 29. Ausmauerung eines Ofens 336. Formatsteine 337. §. 30. Isolirschicht zwischen Schacht und Mantel. Absetzen des Schachtes in verschiedener Höhe und Verbinden mit den Rippen des Mantels 338. §. 31. Windsteine und andre besonders gestaltete Futtertheile 339. §. 32. Herstellung des Thürfutters 341. §. 33. Andere Zustellungsmaterialien, Sandsteine etc. 342. §. 34. Angaben Mallet's über das Ausfüttern der Cupolöfen 343. §. 35. Anwendung der Formsteine und Regeln des Ausfugens 344. §. 36. Von den Massegestellen und ihrer Verwendung beim Cupolofen 346. §. 37. Von

Digitized by Google

Seite

dem Herd und seiner Anfertigung 347. §. 38. Angaben Mallet's hierüber 348. §. 39. Zusammenstellung der Aeusserungen Guettier's über die Ausfütterung der Cupolöfen 349.

§. 40. Von dem Profil des Ofenschachts und seinen successiven Wandlungen 351. Urform desselben und daraus abgeleitete einfache Profile 352. §. 41. Complicirte Profile nach Kegelformen 352. §. 42. Combination der vorhergehenden Profile zu zusammengesetzteren 354. §. 43. Eingeschnürtes Profil, wo die engste Stelle zunächt der Gicht liegt 355. Nachtheile desselben 356. §. 44. Aehnliches Profil, mit einer tiefer gelegten Einschnürung — Vortheile desselben 357.

Beispiele von Cupolöfen 358

§. 45. Cupolöfen mit einfachem Querschnitt. Die Cupolöfen der Berliner königl. Eisengiesserei 358. §. 46. Die Cupolöfen der Eisengiesserei zu Gleiwitz 359. §. 47. Cupolofen zu Sayn 361. §. 48. Die Cupolöfen der Königin Marienhütte bei Zwickau 362. Grosser Ofen 363. §. 49. Kleinere Oefen derselben Anstalt 364. §. 50. Riesen-Cupolöfen der Bessemerhütte daselbst 365. §. 51. Details der Windleitung an denselben 366. §. 52. Cupolofen von W. Wedding in Berlin 368. §. 53. Cupolofen der Geschützgiesserei zu Spandau 370. §. 54. Windführung desselben mit stechender Form 371. §. 55. Cupolöfen mit complicirtem Querschnitt. Formen der Holzkohlencupolöfen nach B. Kerl 373. §. 56. Cupolöfen von Maillard nach Desbief 374. §. 57. Zustellung und Reparatur derselben 376. §. 58. Bau verschiedener stationairer Apparate und eines fahrbaren Ofens nach demselben Princip 378. §. 59. Construktionstabelle für sämmtliche Maillard'sche Oefen 379. §. 60. Begründung des Construktionsprincips dieser Oefen 379. §. 61. Von den ältesten französischen Cupolöfen nach Launay 382. §. 62. Ausfütterung dieser Oefen 384. Bau einer fahrenden Giessbatterie für Kriegszüge 384. §. 63. Oefen von Guettier — Construktionsprincipien 386. §. 64. Armatur derselben 388. Dimensionen 390. §. 65. Ofenfutter — Materialien derselben nach demselben Autor 390. §. 66. Vorsichtsmaassregeln beim Ausstampfen 391. Zusammensetzung der Chamotte 392. § 67. Neueres französisches Profil von Guettier für Angers, Indret, Charenton, Chalons s/M. und Aix entworfen 394. §. 68. Von dem mährischen Cupolofen 395. Erfahrungen zu Blansko

Digitized by Google

Seite

und Witkowitz 396. §. 69. Cupolöfen von Dirschau 397. Profilirung der grösseren Oefen 398. §. 70. Futter und Ausbau derselben 399. Urtheil von Mallet 400. §. 71. Bauart und Dimensionen der kleineren Oefen zu Dirschau 401. §. 72. Erweiterung und Ausbildung des Princips der Dirschauer Oefen durch die englischen und amerikanischen Construkteure 402. §. 73. Von den Ireland'schen Cupolöfen — Grundprincip — Verbreitung 404. §. 74. Dimensionstabelle der 8 Hauptformen nach R. Mallet 405. §. 75. Ireland'sche Riesencupolöfen zu Bolton 407. §. 76. Aeltere Form der in Westphalen eingeführten englischen Oefen nach Kerl und Mallet 408. §. 77. Von den neuerdings in Deutschland erbauten Ireland'schen Cupolöfen 410. — Borsig in Berlin — Hörde — Düsseldorf 411. §. 78 Cupolofen von Moline nach Guettier 413. §. 79. Cupolöfen von Hinton 415. §. 80. Kleinere Schachöfen von Hinton zum Stahl- und Eisenschmelzen 416. §. 81. Cupolöfen von Mackenzie 418. §. 82. Cupolofen von Krigar und Eichhorn 420. Beschreibung des Ofens zu Hope foundry in Lambeth 421. §. 83. Arbeitsprincip des Krigar'schen Ofens 422. §. 84. Cupolöfen von Bocard und Zinsgraff 424. Zugcupolöfen von Woodward 425. §. 85. Cupolofen von Daelen und Freudenthal 427. Petroleumofen von Mackenzie 428. §. 86. Beispiele von Cupolöfen nach Karsten 428. §. 87. Desgleichen nach Wiebe (Cupolöfen von Egells und Freund in Berlin) 430. §. 88. Desgleichen nach Bruno Kerl (Cupolöfen von Wasseralfingen und Neuberg) 432. §. 89. Cupolofen mit Wasserkühlung von Thomas 433.

cc) Von den Flamm- oder Reverberiröfen 435

§. 90. Allgemeine Definition 435. Aeltere und neuere Formen und Anlagen 435. §. 91. Theile einer Anlage 436. Fundament — Ofenkörper — Esse 437. §. 92. Wirkung des Feuers im Flammofen 438. Uebergangszonen 439.

§. 93. Erfahrungssätze für den Giessereiflammofen, seinen Bau und Betrieb 470. Erster Satz. Erwärmung und Ausdehnung der Luft in einem Ofen 470. §. 94. Zweiter Satz. Einfluss des erleichterten Luftabflusses auf die Verbrennung 471. §. 95. Dritter Satz. Einfluss der Temperaturausgleichung auf die Abflussgeschwindigkeit 472. §. 96. Vierter Satz —

Digitized by Google

Seite

Verzögerung der Ausgleichung durch die Anlage von Essen 444. Definition des Zuges 445. §. 97. Fünfter Satz. Wirkung und Nothwendigkeit des Fuchses 445. §. 98. Constructionselemente der Flammöfen. Eintheilung in Armatur und Futter 447. §. 99. Bestimmung und Eigenschaften der Armatur 448. Wärmetransmission 449. §. 100. Lage der Zuganker 450. Isolirmaterial 451. Theilung der Armatur 451. §. 101. Von dem Rost und seiner Construktion 452. Roststäbe 453. §. 102. Von dem Schürloch und seiner Lage 454. §. 103. Details der Ausführung des Schürloches 456. §. 104. Lage und Ausführung der Einsatzthüre 457. Bewegungsmechanismus derselben 458. §. 105. Visire und Beobachtungsöffnungen 459. Spandauer Flammöfen 460. §. 106. Der Stich bei den Flammöfen 460. Der Sumpf und die Vorsatzschaufel 461. §. 107. Die Esse der Oefen 462. Ihre Fundamentirung 462. §. 108. Allgemeine Anforderungen an den Bau der Essen 463. §. 109. Verankerung der Essen 464. §. 110. Ersatz der Verankerung durch eiserne Armaturen 465. §. 111. Essen mit durchbrochenem Rauhgemäuer 467. §. 112. Anwendung von Säulengerüsten zur Essenfundamentirung 469. Oefen zur Saynerhütte 470. §. 113. Bemerkungen Guettier's über Essenanlagen 470. §. 114. Das Futter der Flammöfen. Eintheilung — das Futter des Feuerraumes 472. §. 115. Aufmauerung der Ofenwände 473. §. 116. Ausbau des Herdes 475. Fundamentirung desselben und Anlage von Canälen 475. §. 117. Andre Methode des Herdbaues — Wöhlert'scher Ofen 476. §. 118. Einwölbung des Ofens 477. Material der Gewölbe 478. §. 119. Futter des Fuchses und der Esse 479. §. 120. Zurichtung des Herdes vor jedem Schmelzen 481. Sandherde Guettier's 482. §. 121. Das Profil der Flammöfen und seine Wandlungen — Flammöfen bei Schlüter 482. §. 122. Flammöfen von Swedenborg und Monge 483. §. 123. Bronceofen nach Monge 485. §. 124. Oefen zu Chaillot 487; zu Ruelle 487. §. 125. Launay'sche Profilirung 488. §. 126. Englische Oefen mit Sümpfen 489. §. 127. Classifikation der neueren Flammofenprofile 490. Versuche mit der Aenderung der Herdform 491. §. 128. Versuche mit dem Rost der Flammöfen 492. §. 129. Versuche mit den übrigen Theilen des Ofens 493.

Beispiele von Flammöfen 495

§. 130. Flammöfen zu Gleiwitz 495. Aeltere Form 495. §. 131. Neuere Formen 496. §. 132. Versuche, durch Umbau einen schlechtziehenden Ofen zu bessern

Digitized by Google

Seite

498. §. 133. Flammöfen der Königl. Eisengiesserei zu Berlin 500. § 134. Oefen zu Saynerhütte 502. Allgemeine Disposition 502. §. 135. Beschreibung des Ofenkörpers 503. §. 136. Maassgebende Verhältnisse dieser Oefen 505. §. 137. Versuche mit denselben 506. §. 138. Oefen zu Spandau 508. §. 139. Details der grösseren Oefen, vorzugsweise zum Broncegusse bestimmt 509. §. 140. Innere Verhältnisse derselben 510. §. 141. Details der kleineren Oefen 512. §. 142. Verhältnisse des Innern 513. §. 143. Oefen der neueren Eisengiessereien in Berlin nach Wiebe 515. §. 144. Construktionsresultate, welche derselbe daraus ableitete 516. §. 145. Tabelle sämmtlicher Verhältnisse 518. §. 146. Vergleich derselben mit wirklichen Abmessungen 519. §. 147. Oefen zu Neustadt, Witkowitz 520. Ofen mit gestrecktem Herd zu Westpoint nach Rodmann 520. §. 148. Oefen zu Mariazell 521. Details der Oefen mit gestrecktem Herd 522. §. 149. Erfahrungen mit dieser Ofenconstruktion zu Mariazell 523. Abänderungsvorschläge Wagner's 524. §. 150. Erste Profilsänderung nach Wagner 525. §. 151. Weitere Aenderungen nach Kerl — Details eines wirklichen Sumpfofens 527. Vergleich der Ofenprofile zu Besançon und Mariazell 527. Oefen zu St. Gertraud und Zeltweg 528. §. 152. Oefen zu Wasseralfingen 528. §. 153. Ofen zu Königin Mariahütte 530. §. 154. Details verschiedener Oefen nach Guettier und Karsten 531. §. 155. Ungewöhnliche Ofenprofile und besondere Anwendungen — Details des Corbin'schen Ofens 533. §. 156. Flammofen von Wöhlert in Berlin 534. §. 157. Flammofen zu Cöln 536. §. 158. Flammöfen zu Fort Pitt nach Rodman 537. Details des Riesenofens daselbst nach Mallet 538. §. 159. Oefen zum Einschmelzen der Bessemerchargen zu Königshütte 539.

§. 160. Schlussbetrachtung. Vergleich der Ofenarten und ihrer Verwendbarkeit 540.

2) Von den Gebläsen, welche beim Betrieb der Giessereien zur Anwendung kommen 542

§. 161. Einleitendes 542. §. 162. Unterscheidung der hierher gehörenden Apparate. — Cylindergebläse und Ventilatoren 543. § 163. Vergleich ihrer Vorzüge und Nachtheile 544. Wahl des einen oder anderen 545.

Digitized by Google

Seite

aa) Von den Cylindergebläsen 546

§. 164. Trennung derselben nach dem Motor 546, nach Construktion 547. §. 165. Direkt wirkende und nicht direkt wirkende Gebläse 547. Werkzeug der Gebläse 548. §. 166. Motor des Gebläses — Disposition verschiedener Wasserradgebläse 549. Oscillirende Gebläse 549. §. 167. Disposition der Dampfmaschinengebläse; Balanciermaschinen und ihre Bauart 551. §. 168. Direkt wirkende Maschinen — Evan'sche und andere Construktionen 552. §. 169. Maschinen zu Donnersmarkhütte — Eintrachtshütte — Redenhütte 554. §. 170. Horizontale Maschinen 556.

Verhältnisse verschiedener Cylindergebläse 557

§. 171. Disposition des Materials 557. §. 172. Allgemeine Construktionsgrundlagen des Cylindergebläses 558 §. 173. Berechnung der Dimensionen des Werkzeugs nach den Betriebsverhältnissen 559. §. 174. Vergleich der gefundenen Zahlen mit den ausgeführten Verhältnissen 560. §. 175. Verhältnisse des Motors 561. §. 176. Kolbenhub und Wechsel 562. §. 177. Gang des Gebläses 563. §. 178. Transmissionen der Bewegung zwischen Motor und Werkzeug 564. Schnelllaufende Gebläse 565.

§. 179. Verhältnisse einzelner Dimensionen des Werkzeuges zu einander 566. Querschnittsverhältniss der Kolbenfläche zu den Einlassventilen bei dem Berliner Gebläse 567. §. 180. Vergleichende Resultate von Malapane, Jedlice, Dembiohammer und den Rybniker Hütten 567. §. 181. Dieselbe von den Königshütter Maschinen 568. §. 182. Verhältnisse in Laurahütte und Lavoulte 569. §. 183. Dieselben zu Shelton in Braunschweig, sowie bei den neuesten Maschinen der Könighütte 570. §. 184. Zusammenstellung sämmtlicher Resultate und Ermittelung eines Durchschnittswerthes 572. §. 185. Beziehungen zwischen der Kolbengeschwindigkeit und der Grösse der Einströmungsöffnungen 573. §. 186. Querschnittsverhältniss der Kolbenfläche zu den Auslassventilen bei dem Berliner Gebläse 575. §. 187. Vergleichende Resultate älterer Gebläse zu Malapane, Dembiohammer, Rybnik und Königshütte 576. §. 188. Dieselben in Laurahütte, Lavoulte, Shelton und Braunschweig 577. §. 189. Zusammenstellung sämmtlicher Resultate und Ermittelung des Durchschnittwerths 579. §. 190 Verhältnisse im Cylinder selbst 580. Durchschnittswerthe 581. §. 191. Verhältnisse der

Digitized by Google

Seite

Windleitung und des Trockenregulators 582. §. 192. Schlussbemerkung 583.

bb) Von den Ventilatoren 585

§. 193. Begriff des Ventilators nach Redtenbacher 585.

Zusammenstellung der theoretischen Arbeiten über den Bau und die Construktion der Ventilatoren 586

§. 194. Arbeiten von St. Léger 586. §. 195. Versuche Cadiat's 588. §. 196. Arbeiten von Dollfuss 588. Construktionsregeln 589. §. 197. Arbeiten und Untersuchungen von Redtenbacher 591. §. 198. Annäherungsformeln desselben 592. §. 199. Beschreibung des Ventilators von Redtenbacher 593. §. 200. Berechnung dieses Ventilators nach obigen Formeln 594. §. 201. Verzeichnung des Ventilators 596. §. 202. Angaben von Tunner über die Burg'schen Versuche 598. §. 203. Resultate dieser Versuche 599. Bemerkungen Tunner's 600. §. 204. Praktische Regeln 601. §. 205. Versuche von Buckle 602. §. 206. Angaben von Scheerer 604. §. 207. Arbeiten von Wiebe 605. §. 208. Formeln desselben 606. §. 209. Resultate und Beziehungen 608. §. 210. Materialien zur Berechnung eines Ventilators 609. §. 211. Berechnung eines Apparates von bestimmter Leistung 611. §. 212. Construktion und Verzeichnung desselben 613. §. 213. Erfahrungen und Rechnungen von Rittinger — Dinnendahl'sche Ventilatoren 615. §. 214. Angaben von Karsten und Guettier 616. Erfahrungen des Letzteren 617. Tabelle der Leistung verschiedener Ventilatoren 618. §. 215. Mallet's Erfahrungen 619. §. 216. Arbeit von R. R. Werner 620. Berechnung eines Cupolofen-Ventilators 621.

Beispiele ausgeführter Ventilatoren . . . 622

§. 217. Uebersicht der verschiedenen Bauarten 622. §. 218. Ventilator von Nasmyth 623. §. 219. Ebenflächige Ventilatoren nach Wiebe, Guettier, Tunner 625. §. 220 Ventilatoren von W. Wedding 626. Versuchsresultate desselben 627. §. 221. Krummflächige Ventilatoren nach Redtenbacher, Karsten, Tunner und Scheerer 628. § 222. Ventilator von Lloyd 629. Versuche von Cohen 630. §. 223. Ventilator von R. Hartmann 631. §. 224. Notizen über den Betrieb desselben 632. Tabelle der Resultate

Digitized by Google

Seite

633. §. 225. Ventilator von Sturtevant 634. §. 226. Ventilator von Schiele 635. §. 227. Ventilatoren von Schwarzkopff — Bauart derselben 636. §. 228. Betriebsresultate und Erfahrungen 637.

cc) Andere Gebläse für Giessereien . . 639

§. 229. Uebersicht 639. Kapselgebläse von Roots 640. §. 230. Rotirendes Kolbengebläse von W. Wedding 641. §. 231. Beschreibung der Cagniardelle nach Koechlin und Schwamkrug 642.

3) Von den Nebenapparaten des Ofenbetriebes 643

§. 232. Uebersicht des hierher Gehörigen 643.

aa) Von den Winderwärmungsapparaten bei den Cupolöfen 644

§. 233. Einleitendes 644. Erste Einrichtungen und Literatur derselben 644. §. 234. Beschreibung der von Karsten abgebildeten Apparate 645. §. 235. Summerson's Apparat 646.

bb) Von den Vorrichtungen, die dazu dienen, das Aufgeben der Beschickungsmaterialien bei den Cupolöfen zu erleichtern 648

§. 236. Allgemeine Begriffe 648. §. 237. Anlage hölzerner Gichtbühnen 649. §. 238. Eiserne Bühnen neuerer Construktion 650. §. 239. Anlage schiefer Ebenen 652. §. 240. Projekt einer neuen Gichtbühne zu Gleiwitz 653. §. 241. Auszug aus dem betreffenden Erläuterungsbericht 654. §. 242. — Aufzüge 655. Uebersicht und Classifikation 656. §. 243. Aufzug der Borsig'schen Essengiesserei 657. Hydraulische und pneumatische Aufzüge 657.

cc) Von den Vorrichtungen, welche zum Zerkleinern des Gussmaterials dienen . 658

§. 244. Begriff einer Ramme 658. §. 245. Details einer Ramme nach Guettier u. A. 659. §. 246. Gebrauch von Fallwerken 660.

Abtheilung b. *Die Betriebsvorrichtungen, welche zur Vorbereitung der Formen selbst dienen, event. zum Gusse und zur Zerstörung der Formen gebraucht werden* . 661

Digitized by Google

Seite

§. 247. Uebersicht und Eintheilung des Stoffes 661.

1) Von den Transport- und Hebevorrichtungen der Giessereien — Winden und Krahnen aller Art 662

§. 248. Hebevorrichtungen im Allgemeinen 662. Räderwerke und Flaschenzüge 663.

aa) Von den Krahnen 663

§. 249. Begriff der Krahne nach Weisbach 663. Methode der Arbeit mit denselben 664. §. 250. Anlage und Aufstellung 664. §. 251. Details eines Krahns 666, das Vorgelege 666. §. 252. Der Flaschenzug 667. §. 253. Der Aufhängepunkt 668, die Katze 668. §. 254. Die Taue und Ketten 669. Resultate von Weisbach 670. §. 255. Leistungsfähigkeit der Taue und Ketten 671. Notizen von Weisbach 671. Tabelle der nothwendigen Stärke 673. §. 256. Vergleich zwischen Tauen und Ketten. Resultate der Englischen Admiralität 674.

Beispiele ausgeführter Krahne für Giessereien 675

§. 257. Disposition 675. Launay'scher Krahn 676. §. 258. Guettier's Erfahrungen 676. §. 259. Details älterer französischer Krahne 678. §. 260. Krahn von Angers 679. §. 261. Giessereikrahn von Wiebe 680. Arbeit an demselben 681. §. 262. Umstellung der Transmission 682. §. 263. Eiserner Krahn von Saynerhütte 683. Wasseralfingen 684. §. 264. Dampfkrahne 684. Beispiele von Dampfkrahnen nach F. Cohn 685. §. 265. Weitere Details derselben 686.

bb) Von den Brückenwinden oder Laufkrahnen 687

§. 266. Begriff der Brückenwinde 687. §. 267. Disposition und Theile eines Brückenkrahns 688. §. 268. Details desselben 689.

Beispiele von Brückenkrahnen 691

§. 269. Krahn von Marquise nach Guettier 691. Ladekrahn non Bayenthal 692 §. 270. Krahn von Königin Marienhütte 693. Betriebskrahn von Cöln 694. §. 271. Krahn von W. Wedding 694. Details

Digitized by Google

Seite

695. §. 272. Englischer Drahtseilkrahn von S. Moore nach Cohn 696. §. 273. Bewegungsdetails desselben 697. §. 274. Brückenkrahn von J. Fowler u. Comp. in Leeds 698.

2) Von den Vorrichtungen zur Vorbereitung des rohen Formmaterials 699

§. 275. Uebersicht und Eintheilung 699.

aa) Von den Trommelapparaten oder den Kollerwerken 701

§. 276. Beschreibung einzelner Werke und Vorrichtungen nach Guettier und Mallet 701.

bb) Von den Trogapparaten mit umlaufendem Stein 702

§. 277. Beschreibung der Apparate von Sayn 702. §. 278. Mühle von Guettier 704. Massenmühle von Mallet 705. §. 279. Grosse Lehm- und Massenmühle desselben 706.

cc) Von den eigentlichen Mühlen u. s. w. 707

§. 280. Boghardusmühle, Thonschneider, Maukgruben etc. 707.

3) Von den Vorrichtungen zum Trocknen und Brennen der Formen . . 708

§. 281. Principien der Darrkammern 708. §. 282. Form und Bauart der Darrkammern 709. §. 283. Ausstattung oder Einrichtung der Darrkammern 710. §. 284. Heizung der Darrkammern 711.

Beispiele von Darrkammern 713

§. 285. Darrkammer zu Indret nach Guettier 713. §. 286. Darrkammer für Munitionskerne zu Spandau 714. §. 287. Darrkammer nach Wiebe 715. Von W. Wedding 716. Von Königin Marienhütte 717.

4) Von den Vorrichtungen zum Eindämmen der Formen 717

§. 288. Nothwendigkeit der Dammgruben, ihr Princip 717. §. 289. Ansichten von Mallet, Eintheilung desselben 718. §. 290. Gestalt der Dammgruben 720. Abgesetzte Wand derselben 721. §. 291. Füllen und Entleeren der Dammgruben 722. §. 292. Maassregeln gegen Nachfall 723. §. 293. Armatur

Digitized by Google

Seite

der Dammgruben 725. §. 294. Banart der permanenten Dammgruben 726. §. 295. Besondere Zugänge bei tiefen Gruben 727. Dammgruben über der Erde von Maudslay 728. §. 296. Beispiele abgesetzter Dammgrubenmauerungen 729. §. 297. Beispiele für Dammgrubenanlagen in feuchtem Terrain 730. §. 298. Kanonendammgrube zu Spandau mit wasserdichtem Einbau 731. Heizbare Dammgruben von Egells und zu Mülheim a. d. Ruhr 732.

Abtheilung c. *Die Betriebsvorrichtungen, welche zur Vollendung des Gusses dienen* 733

§. 299. Begriff und Eintheilung 733.

1) Von den Vorrichtungen zum Schleifen und Poliren der Gusswaaren 734

§. 300. Eintheilung und Uebersicht 734.

aa) Von den gewöhnlichen Schleifwerken 736

§. 301. Construktions- und Arbeitsprincip 736.

bb) Von den feineren Schleif- und Polirbänken 737

§. 302. Schilderung der in Lauchhammer angewandten Mechanismen 737.

2) Von den Vorrichtungen, um die Gusswaaren zu tempern 738

§. 303. Temperofen Karsten's und Anwendung der Siemens'schen Oefen zur Darstellung des schmiedbaren Gusses 738.

3) Von den Emaillirvorrichtungen 739

§. 304. Uebersicht und Eintheilung der Stampfwerke und Glasurmühlen 739. §. 305. Oefen zum Schmelzen der Emaillen 741. Brennöfen mit Muffeln 741. §. 306. Apparate zum Theeren 742. Röhrenofen nach Guettier 743.

4) Von den Vorrichtungen zum Ueberziehen des Gusseisens mit anderen Metallen 743

§. 307. Uebersicht des hierher Gehörenden 743.

Digitized by Google

Seite

B. Die Geräthe und Gezähe 744

§. 1. Begriff der Gegenstände und Methode ihrer Behandlung 744. §. 2. Eintheilung nach verschiedenen Gesichtspunkten 745.

Abtheilung a. *Die Werkzeuge und Geräthe, die beim Schmelzen, Formen und Giessen, sowie bei den Vollendungsarbeiten gebraucht werden* 746

§. 3. Uebersicht und Classifikation 746.

1) Von den Ofengeräthschaften . . 747

§. 4. Allgemeines 747.

aa) Von den Aufgebegeräthschaften . . 748

§. 5. Aufgebekästen, Karren, Waagen, Haken, Fäustel 748.

bb) Von den Schmelzgeräthschaften . . 749

§. 6. Details derselben. Spiesse, Brechstangen, Stopfhölzer, Haken und Cokeskrücken 749.

2) Von den Förmergeräthschaften 750

§. 7. Allgemeine Disposition des Stoffes und Eintheilung 750.

aa) Von den Geräthen, welche jedem Einzelarbeiter gegeben oder von demselben angeschafft werden 751

§. 8. Streichbleche — Streichbretter — Spatel — Pinsel — Nadeln — Hämmer — Beutel 751.

bb) Von den Geräthen, welche auf Kosten der Arbeiter einer Gesellschaft von den Förmermeistern angeschafft werden . . 753

§. 9. Stampfkeulen und Stampfen — Richtscheite — Siebe — Blaserohre — Zirkel — Schaufeln — Besen — Schraubzwingen 753.

3) Von den Giessgeräthschaften . 754

Begriff.

aa) Von den Gefässen zur Aufnahme des geschmolzenen Metalls 755

Digitized by Google

Seite

§. 10. Eintheilung — Handpfannen — Gabelpfannen 755. §. 11. Krahnpfannen 756. Mechanismus für Krahnpfannen nach Guettier 756. §. 12. Gleiwitzer Krahnpfanne 757. Mallet's Abbildung der Nasmyth'schen Pfanne 757.

bb) Von den übrigen Giessgeräthschaften 758

§. 13. Abkehrvorrichtungen und Vorsetzschaufeln 758.

4) Von den Geräthschaften zur Vollendung der Gusswaaren . . 758

§. 14. Uebersicht derselben 758.

Abtheilung b. *Von den Geräthen, welche Theile der Formen ausmachen* . . . 759

§. 15. Uebersicht und Aufzählung derselben 759.

1) Von den Formkasten 759

§. 16. Allgemeine Construktionsgesetze und Betrachtung des Materials 759.

2) Von den Gehängen und Spreitzen 761

§. 17. Zweck und ungefähre Gestaltung 761.

3) Von den Spindeln und Kerneisen 761

§. 18. Begriff der Spindel. Construktion derselben für Röhrenkerne etc. 761.

4) Von den Formbrettern und Unterlagen 762

§. 19. Begriff derselben 762.

5) Von den Belagplatten 763

§. 20. Anführung derselben — Dämmringe — Beschwerungsgewichte 763.

6) Von den Armaturstücken für Lehmformen 763

§. 21. Grundplatten — Mantelstäbe — Deckplatten etc. 763.

7) Von den Coquillen 763

§. 22. Hauptformen derselben 763.

Abtheilung c. *Von den formgebenden Geräthen* 764

Digitized by Google

Seite

§. 23. Uebersicht und Classifikation 764.

aa) Von den Modellen für den Currentguss 765

§. 24. Darstellung der Metallmodelle 765. Guss derselben 765. §. 25. Treiben der Modelle in Metallblech 766. §. 26. Metallmodelle aus zweierlei Material 767.

bb) Von den Modellen für wenig häufigen Guss 767

§. 27. Allgemeine Regeln für den Bau der Holzmodelle 767.

Druckfehlerverzeichniss.

S. 72 Z. 8 v. u. lies: die Härte als statt: die Härte und.
„ 74 „ 18 „ „ „ demselben statt denselben.
„ 146 „ 8 „ o. „ fehlt vor dem Anfang des Textes die Bezeichnung: §. 85.
„ 209 „ 13 „ u. „ ist zu setzen: §. 9 statt §. 8.
„ 317 in der Ueberschrift des §. 14 lies, Calebasseöfen statt Calabasseöfen.
„ 318 „ 19 v. u. fehlt die Bezeichnung: § 15.

Digitized by Google

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Einleitung.

Allgemeiner Begriff von Förmerei und Giesserei. — Wichtigkeit und Uebersicht der generellen Verhältnisse.

Die Kunst, durch Schmelzung verschiedene Substanzen, namentlich Metalle und Metalllegirungen flüssig zu machen und durch Giessen der so gewonnenen bildsamen Massen in sorgsam dargestellte Hohlformen Gegenstände von beliebiger Gestalt zu erzeugen, ist eine sehr alte.

Sie war aber meistens nur auf Luxusobjekte und Bildwerke angewandt, weil die dabei beobachtete Verfahrungsweise zu kostspielig und auch wiederum zu schwerfällig war, um eine allgemeinere Verbreitung zu lohnen. Auch waren es nur bestimmte Materialien, die in Vorzeiten angewandt worden sind, namentlich alle Arten Bronze und analoge Gemische verschiedener damals bekannter Metalle. Der Eisenguss selbst ist als sicher nachgewiesenes Gewerbe kaum 200 Jahre alt und kaum 60 Jahre allgemeiner verbreitet, der Zinkguss ist noch bedeutend jünger, der Stahlguss noch im Besitz einzelner Werke.

Unter allen diesen metallischen Stoffen nimmt heut das Gusseisen den ersten Rang ein; es ist beinahe zu allen Zwecken der Technik zu gebrauchen und besitzt eine Reihe werthvoller Eigenschaften. Sie haben den Eisengusss in den Stand gesetzt, das Holz und den Stein in den Gebäuden, die Töpferwaaren in den Stuben und Küchen, die Bronze aus den Salons zu verdrängen.

Seine Festigkeit machte das Gusseisen zu allen

Digitized by Google

Gegenständen brauchbar, die einen gewissen stetigen Druck auszuhalten haben. Häuserbalken, Säulen, Treppen und alle passiveren, nicht bewegten Maschinentheile, Ständer, Lager, Sohlplatten, Dampf- und Pumpencylinder, Kesselarmaturen — werden heuzutage aus Eisen gegossen.

Seine veränderliche Dichtigkeit und Härte gestatten die Anwendung zu Dingen, die eine harte und politurfähige Oberfläche besitzen müssen, da man die Mittel kennt, diese Dichtigkeit bei dem Giessen selbst zu beeinflussen.

Die wassergleiche Dünnflüssigkeit des geschmolzenen Eisens erlaubt ihm das Eindringen in die feinsten Theile einer Gussform und ermöglicht das Nachbilden feiner Kunstsachen, Bijouterien, Medaillen u. dgl. m. Man hat mit Glück versucht, Gemmen mit der feinsten Zeichnung, Insekten, Blätter und Blumen in Eisen nachzugiessen.

Diese allgemeine Verwendung und die Anforderungen, die man jetzt an den Eisenguss macht, die ungeheure Concurrenz der verschiedenen Etablissements untereinander haben den ganzen Industriezweig aus einer anfänglichen Einseitigkeit heraus und zu einer selbstständigen Stellung emporgehoben.

Der Betrieb und die Leitung einer Eisengiesserei ist ein anderer geworden. Man kann nicht mehr, wie es wohl früher von den einzelnen sporadisch zerstreuten Etablissements geschehen konnte, seine Produkte als Monopol und deren Vertrieb als durchaus gesichert betrachten.

Neuheit der Muster, Leichtigkeit, zweckmässige Form wird bei der Handelswaare, Solidität, Sauberkeit und Dichtigkeit bei den Theilen für den Maschinenbau verlangt; das künstlerische Element steht nicht mehr gesondert, sondern ist bestimmt, dem Tüchtigen, Zweckmässigen das Elegante zuzugesellen, beides zu verzieren, ohne die Darstellungskosten zu erhöhen.

Dadurch, dass die Preise für Eisenguss eine Pression erfuhren, welche dieselben um fast die Hälfte in 25 Jahren herabdrückte, ist auch in dieser Branche

Digitized by Google

die gewerbliche Oekonomie als Hauptgesichtspunkt aufgetreten und man suchte, was oft durch billigere Materialbeschaffung nicht allein erzielt werden konnte, durch Arbeitstheilung, Vereinfachung der Förmereiprozesse und Verminderung der Arbeitslöhne zu ermöglichen.

Die Begriffe zu fixiren, möge hier Einiges über Gusswesen überhaupt und plastische Nachbildung im Allgemeinen Platz finden.

Zum Nachbilden von gegebenen Körperformen bedient man sich verschiedener Substanzen, zum Nachguss können aber nur diejenigen verwendet werden, welche in einen mehr oder minder flüssigen Zustand durch Temperaturveränderung oder durch Zusatz aufweichender Mittel zu versetzen sind.

Man kann dieselben nach dem Consistenzgrade bei ihrer Verwendung ordnen und unterscheidet alsdann:

dünnflüssige, dickflüssige und zähe, teigige Substanzen.

Zu der ersten Classe rechnet man beispielsweise: Schwefel, Zinn, Zink, Blei und Roheisen;

zu der zweiten Classe gehören unter Anderen: die verschiedenen Bronzen, Messing und Gypsbrei;

zu der dritten Classe: Wachs, Glas, Porzellan und Thonmassen.

Wenn man mit dünnflüssigen Körpern arbeitet, werden die Gussformen leicht und sicher ausgefüllt und man bedarf keines anderen Druckes, als des specifischen Gewichtes der betreffenden Massen.

Bei den dickflüssigen Massen gebraucht man die Vorsicht, rasches Erkalten durch Vorwärmen der Formen zu vermeiden und giesst mit möglichst hohem Druck, so dass über der Form noch immer eine flüssige Säule Gussmaterial steht.

Bei den plastischen Körpern der dritten Classe gelingt das Füllen der Formen nur durch mechanische Hülfe, durch Pressen und Blasen.

Es versteht sich von selbst, dass, wie nirgends im Gebiete der angewandten Naturwissenschaft, auch hier

Digitized by Google

eine scharfe Abgrenzung der eben besprochenen Gruppen nicht durchgeführt werden kann.

Die Formen selbst zerfallen in 2 Abtheilungen:

1) Solche, die mehrere Male benutzt werden können;
2) solche, die nur zu einem Abguss dienen und dann stets von Neuem hergestellt werden müssen.

Die erste Art von Formen gebraucht man vorzugsweise bei solchem Gussmaterial, dessen Flüssigkeitstemperatur keine sehr hohe ist oder auch bei solchem, dessen Consistenzgrad derart ist, dass wie bei dem Glase etc. ein namhafter Druck bei dem Guss stattfinden muss.

Zinn giesst man in Holzformen, Gyps in Thon; Stereotypen- und andere Legirungen in Gyps; Cadmium und Zink in Holz oder Eisen; Glas in Eisen oder Holz.

Eisen und Bronze werden dagegen in Sand- und Lehmformen gegossen, die bei jedem Abguss zerstört, stets erneuert werden müssen. Dinge überhaupt, die nur einmal voraussichtlich vorkommen, werden vorzugsweise in einer vergänglichen, aus plastischem Material für diesen einen Abguss herzustellenden Form gegossen.

Dieselbe ist billig und rasch zu fertigen und gewährt die nämlichen Chancen für das Gelingen des Objekts, als feste Formen, welche, um die nothwendige Widerstandsfähigkeit zu besitzen, ausserordentlich kostspielig werden würden.

Am meisten gilt das Letztgesagte vom Eisenguss und benutzt man dazu nur ausnahmsweise feste Formen von polirtem Gusseisen; es geschieht indess weniger, um oft wiederkehrende Gestalten zu produciren, als um durch eine eigenthümliche Wärmeentziehung die Oberfläche und die nächsten Partieen des Gussstücks rasch erkalten zu lassen und denselben durch dieses Verfahren einen bestimmten Härtegrad zu verleihen.

Zur Herstellung der veränderlichen Formen gebraucht man besonders vorgerichtete Nachbildungen

Digitized by Google

der zu giessenden Gegenstände, die Modelle, welche mit grösster Sorgfalt gearbeitet sein müssen. Die Modelle bestehen oft, um nach dem Einformen wieder aus der Form entfernt werden zu können, aus mehreren Theilen und müssen genau und richtig sein, damit der Raum, den sie vorstellen, so viel Gussmaterial aufnehmen kann, dass der gegossene Gegenstand nach dem Festwerden des Gusses die vorgeschriebenen Dimensionen besitze.

Da alle Körper bei dem Erhitztwerden eine Volumvermehrung erfahren, welche nach dem Erkalten sich als Schwinden ausspricht, so muss die Form, also auch das Modell, grösser sein, als der darzustellende Gegenstand. Um wie viel das Modell grösser sein muss, ist durch praktische Versuche ermittelt, und dieses Longitudinal-Verhältniss ist auf allen 3 Parallel-Ebenen in Anwendung zu bringen.

Das Material der Modelle ist sehr verschieden; sollen Modelle nach Zeichnungen gefertigt werden, so nimmt man ein leicht bearbeitbares Material — Holz, Wachs — Blei — Eisenblech etc. dazu. Nach diesem ersten Modell macht man in einzelnen Fällen ein zweites durch Abguss in härteren Metallen, Bronze, Messing oder auch in Eisen, welches alsdann durch mechanische Bearbeitung vollendet, dem Förmer zum Formen gegeben wird.

Wenn Abgüsse nach übersandten oder angekauften Musterstücken hergestellt werden sollen, so macht man sich einen Abguss in Bronce oder Messing von denselben oder man richtet das Musterstück selbst durch Theilen und Bearbeitung zum Modell her.

In jedem Falle ist die Sorgfalt in der Herstellung der Modelle nie zu gross und kann nicht genug empfohlen werden, wenn man überlegt, dass jeder Fehler im Modell einen gröberen Gussfehler erzeugt und immer mehr Aufwand an Bearbeitungskosten am Guss nach sich zieht, als die bessere Herstellung des Modells erfordert haben würde.

Nächst dem Modell hat man auf die Beschaffung

Digitized by Google

guter Formmassen die meiste Sorgfalt zu verwenden.

Ein gutes Formmaterial, wenn darin nach Modellen oder Chablonen gearbeitet werden soll, muss

1) Plastisch sein, d. h. mit einer grossen Theilbarkeit eine gewisse Cohärenz der einzelnen Theile besitzen, mindestens etwa wie ballender Schnee;
2) standhaft sein, d. h. im gepressten und trockenen Zustande eine hinreichende Steifigkeit besitzen, um dem Guss Widerstand zu leisten, bis derselbe erstarrt;
3) porös sein, um den durch den Guss darin entwickelten Dämpfen und Gasen nach aussen den Ausweg zu gestatten;
4) möglichst feuerbeständig sein, um die Schönheit des Gusses nicht durch die Folgen seiner Auflösung und Zerstörung zu beeinträchtigen.

Formmaterialien, welche, namentlich bei hohen Gusstemperaturen, den vorgenannten Anforderungen entsprechen, sind:

Alle reineren Sande, denen ein mehr oder minder grosser Lehmzusatz Plasticität verleiht, von den mageren Sandarten an bis zu den schweren fetten, sogenannten Massen und den Lehmarten.

Im mageren Sand werden alle kleineren gewöhnlichen Gusswaaren geformt, im fetten Sande diejenigen Gegenstände, deren Gelungensein hauptsächlich von der Schönheit abhängt, in Masse die grösseren Theile, zu denen aus verschiedenen Gründen noch Modelle genommen werden können und deren Formen der Grösse wegen einen bedeutenden Druck bei dem Gusse auszuhalten haben. In Lehm endlich formt man solche Gegenstände, deren Grösse oder Seltenheit die Anfertigung eines Modells zu kostbar und umständlich machen würde, auch solche, deren Form durch Rotiren bestimmter Profile leicht erzeugt werden kann.

In Folge dieser verschiedenen Verwendung diverser Materialien zur Förmerei kann man das Gebiet derselben in Sandförmerei,

Digitized by Google

Masseförmerei und
Lehmförmerei

eintheilen.

Eine andere Eintheilung lässt sich nach der Art des Formens selbst, nach dem durch die Gestalten des betreffenden Gegenstandes bedingten Arbeitsverfahren aufstellen.

Wenn ein Gegenstand nur eine Seite hat, die besonders gebildet und deren Schönheit durch den Zweck des Gegenstandes gebieterisch verlangt wird, wogegen die andere Seite nicht glatt und eben zu sein braucht, so formt man nur die erste Seite in dem wagerecht abgestrichenen Formmateriale ab. Die Oberfläche des hineingegossenen Eisens bildet nach dem Erstarren eine rauhe Fläche und wird bei gewissen Eisensorten hinreichend rein und eben. Soll das Aussehen derselben aber vollkommen glatt sein, so muss die Form durch eine aus Formmasse hergestellte Decke bedeckt und durch dieselbe der Guss bewerkstelligt werden. Diese einfachsten Verfahrungsweisen bezeichnet man mit dem Namen offenen und verdeckten Herdguss.

Sind Gegenstände zu giessen, die complicirtere Formen haben, so ist man genöthigt, die Form, den besonderen Umständen nach, mit zwei, drei, vier und mehreren Theilen zu bilden und bedient sich zu diesem Zwecke gefugter und an einander passender Kasten, die mit Sand vollgestampft werden. Die Theilzahl derselben richtet sich nach den Eigenthümlichkeiten der abzuformenden Körper. Schraubenlöcher, Zapfenhöhlungen, das Innere von Röhren, Kesselarmaturen u. a. hohlen Maschinenstücken werden durch besondere aus fettem Sand oder Lehm gepresste, resp. abgedrehte Kernstücke gebildet, welche in die fertige Form an den durch Marken angegebenen Stellen eingelegt werden.

Ein ähnliches Verfahren findet bei der Förmerei in fettem Sande oder sogenannter Masse statt, mit dem einzigen Unterschiede, das hierbei die fertigen

Digitized by Google

Formen der geringeren Porosität wegen gebrannt werden müssen.

Bei dem Lehmguss, der bei gewichtigen oder complicirten Gegenständen jeder anderen Darstellungsweise vorgezogen wird, gebraucht man keine Kasten, man verstrebt die ganze Form mit eisernen Stäben und Bändern und ist deshalb an keine Rücksicht auf die Theilungsflächen gebunden, die den Sandguss complicirter Gegenstände so häufig erschweren. Wegen der freieren Bewegung, die dem Lehmförmer innerhalb seines Berufes gestattet ist, wählt man zu dieser Abtheilung der Giesserei Leute, die im Stande sind, Zeichnungen und Projektionen zu verstehen und genaue Kenntniss von den Sand- und Lehmarten haben. Wenn in den übrigen Branchen der Giesserei ein geschickter Modelleur oder Tischler den Mangel an intelligenten Arbeitern einigermassen compensirt, so ist in der Lehmförmerei wenigstens ein solcher Arbeiter durchaus unentbehrlich; ein guter Lehmförmer erspart dem Werke eine solche Menge Modellkosten, dass jedes grössere Etablissement das Anlernen und Ausbilden eines Solchen nicht scheuen sollte.

Ein gleiches Verfahren, wie bei dem Lehmguss, findet bei dem Guss von Statuen, Büsten, Hautreliefs, überhaupt künstlerischen Artikeln statt, die einspringende Theile haben und sich nicht glatt aus den Formen ausheben. Sind diese Gegenstände in Lebensgrösse und darüber, oder ist das Modell nicht theilbar, so bedient man sich wohl der Lehmförmerei zu ihrer Herstellung; sind sie kleiner, so formt man sie im fetten Sand, der alsdann aber besonders zubereitet sein und vor dem Guss wenigstens oberflächlich getrocknet werden muss.

Aus diesen flüchtigen Andeutungen geht genügsam hervor, welches ausgedehnte Gebiet verschiedener Manipulationen das Formen umfasst. Angewiesen auf die Herstellung einer Menge Bedürfnisse des täglichen Lebens, die oft wechseln, in jeder Gegend, in jedem Zeitabschnitt andere werden, modificirt sich das Arbeitsverfahren noch sehr bedeutend durch Eigenschaften

Digitized by Google

einzelner unentbehrlicher Betriebsmaterialien, die nicht jedem Orte als Naturvorkommnisse eigen sind und selten auch den Wünschen der Fabrikanten ohne Weiteres entsprcheen.

Noch erscheint es angemessen, die Darstellung des flüssigen Gussmaterials mit einigen Worten zu berühren. Bei dem Umschmelzen der zum Guss dienenden Metalle und ihrer Legirungen bedient man sich wesentlich dreier Verfahrungsarten.

Metalle, die in niedrigeren Temperaturen flüssig werden oder die in kleineren Quantitäten angewendet werden, schmilzt man in Tiegeln von Eisen oder von feuerbeständigen Materialien auf offenem Feuer oder im Windofen. Bronce und Eisen aber, namentlich wenn sie in grossen Mengen flüssig gemacht werden sollen, bedürfen der Anwendung von Schachtöfen mit Gebläse oder von Flammöfen.

Im Schachtofen, einem wesentlich cylindrischen oder schwach kegelförmigen Raum, wird das Metall mit dem Brennmaterial in innige Berührung gebracht und beide sinken schichtenweise nieder.

Im unteren Theile des Ofens sammelt sich das flüssige Metall und wird daraus nach Belieben abgelassen.

Im Flammofen, einem Raum, der ungefähr einer chemischen Retorte gleicht oder einer durch scharfes Blasen umgebogenen und niedergedrückten Löthrohrflamme, ist das Schmelzmaterial nur dem Einfluss der verbrennenden Gase des abgesonderten Rostes ausgesetzt. Ein Contakt des Brennstoffs und des Schmelzgutes findet nie statt, deshalb verwendet man zu diesem Prozess auch solche Brennstoffe, deren schädliche Bestandtheile bei direkter Berührung die guten Eigenschaften des Gusses modificiren oder aufheben könnten; bei dem Schmelzverfahren im Schachtofen kann man aus derselben Ursache nur gereinigte oder reinere Brennstoffe gebrauchen.

Zum Schachtofenbetrieb verwendet man Holzkohlen oder Cokes, während man den Flammofen

Digitized by Google

mit jeder gut flammenden Substanz, Holz, Torf, Braun- und Steinkohlen heizen kann.

Aus haushälterischen Rücksichten ist bei Anlage einer Giesserei auf möglichst wohlfeile Beschaffung des nothwendigen Brennstoffes Rücksicht zu nehmen, wenn nicht, wie dieses häufig der Fall ist, die Giesserei von einem Hochofen ihren Gussbedarf in ausreichender Menge erhält. Werden zur Vergrösserung des Betriebes alsdann noch Umschmelzöfen errichtet, so greift man zuerst zu dem Brennstoff, mit welchem der Hochofenbetrieb geführt wird, da man in solchem Falle dessen ökonomische Verhältnisse wohl im Allgemeinen als gesichert annehmen kann.

Es können allerdings Fälle eintreten, wo es gerathen ist, den Hochofen mit einem theurer werdenden Brennstoff, z. B. mit Holzkohlen, weiter zu betreiben, während man bei den Cupolöfen desselben Werkes Cokes und bei den Flammöfen nicht Holz, sondern Steinkohlen anwendet. Wir werden später sehen, weshalb das mineralische Brennmaterial das vegetabilische bei dem Giessereibetriebe fast ganz verdrängt hat.

Wie bereits hinsichtlich des Brennstoffs erwähnt, ist nun auch in Betreff der übrigen Materialien zu bemerken, dass die Anlage einer Giesserei stets durch eine möglichst billige Beschaffung derselben bedingt wird. Man wird immer einen Ort wählen, der neben leichtem Vertrieb der Produkte, durch die Nähe eines Hauptverkehrsweges bedingt, auch einen möglichst kurzen Transport des Materials zulässt.

Es ist immer besser und vortheilhafter, Produkt als Material zu fahren, da die Fortbewegungskosten, wenn nicht besondere Verhältnisse zutreffen, für die Einheitsgewichte beider dieselben sind, aber sich auf die Werthe derselben ungleich vertheilen.

Die neueren Frachtbestimmungen der Hauptverkehrsanstalten, wenn sie auch noch nicht ganz sich von den alten Ueberlieferungen haben losmachen können, verkünden deutlich die richtige Tendenz, nicht mehr den Werth der transportirten Gegenstände, sondern ihr Raumgewicht zum Ausgangspunkt zu nehmen.

Digitized by Google

Ehe diese nothwendige Reform allseitig durchgeführt ist (innerhalb derselben Zollgrenzen), kann es noch vorkommen, dass man die Rentabilitätsfrage eines jeden einzelnen industriellen Unternehmens nicht nach allgemeinen Grundsätzen, sondern gestützt auf die speciellen Verkehrsverhältnisse des Bezirks beantworten muss, in welchem das Etablissement liegt.

Die ganze kaufmännische Spekulation hierbei beschränkt sich auf ein glückliches Prävenire, da jeder Einsichtsvolle durch die Oeffentlichkeit, welche Eisenbahnen und Telegraphie in die gewerblichen und Handelsverhältnisse aller civilisirten Länder gebracht, in den Stand gesetzt ist, die Calkulationen jedes Unternehmers zu prüfen und nur Rechnungsfehler desselben den übrigen Concurrenten Vortheile bringen.

Digitized by Google

I. Betriebsmaterialien
der Giessereien.

Uebersicht und Eintheilung.

Das Material eines Hütten- oder Fabrikbetriebes kann in sehr verschiedener Weise aufgefasst werden. Man nennt Material jede Substanz, welche entweder den Stoff zu dem Gegenstand des Betriebes abgiebt, oder welche bei dem Betrieb, mehr oder minder rasch, verbraucht wird. Da sich der ganze Betrieb in mehrere Prozesse zerlegt, die verschiedene Wichtigkeit haben, so wird man auch Hauptmaterialien und Materialien von geringerer Bedeutung unterscheiden müssen. Unter die erstgenannten gehören z. B. Eisen, Formsand, Brennstoff, unter die anderen Beleuchtungsmaterial, Putz- und Schmiermaterial etc.

Die hier hervorzuhebenden Betriebsmaterialien bei dem Giessereiwesen sind Eisen, Cokes und Kohlen, Sand und Lehm; oder besser definirt: Gussmaterial, Brennstoffe, Formmaterial.

A. Das Gussmaterial.

Abtheilung a. *Von dem Roheisen und seiner Classification nach den Erscheinungen des Hochofenbetriebes.*

§. 1. Das Roh- und Gusseisen, als dasjenige Material, von dem wir hier am meisten zu reden haben, wird bei dem Giessereibetrieb in vielen Varietäten ge-

Digitized by Google

braucht, je nach der Bestimmung des zu giessenden Gegenstandes. In der richtigen zweckentsprechendsten Auswahl des Eisens liegt ein Hauptangelpunkt des Betriebes verborgen, dessen Bedeutung trotz der augenfälligsten Beweise noch immer viel zu wenig erkannt ist. Namentlich ältere, oft bedeutende Anstalten zeichnen sich dadurch in höchst verderblicher Weise aus, dass sie von einer bestimmten Eisensorte, deren Beschaffenheit in längerer Zeit unmöglich dieselbe bleiben kann, dennoch gleichbleibende Qualitäten verlangen.

Nur auf Grund immerwährender Versuche kann der Giessereitechniker eine sicheres Urtheil über die hervorstchendsten Eigenschaften des Eisens und die Art seiner Verwendbarkeit erlangen.

In der Jetztzeit, wo das Roheisen einer der mächtigsten Speculationsartikel geworden, ist um so mehr eine solche Prüfung der betreffenden Roheisenankäufe anzurathen,. als es keinen willkürlicher und so betrügerisch gebrauchten Ausdruck giebt, wie die landläufige Benennung Giessereiroheisen erster, zweiter uud dritter Qalität. Berechtigung haben diese Benennungen höchstens bei einer und derselben Hütte, bei dem Eisen desselben Hochofens; die Grundeigenschaften sind dann in allen Sorten dieselben, nur im Grade des Vorhandenseins findet sich die Verschiedenheit, welche eine derartige Sortirung motivirt. Zwei Roheisensorten von verschiedenen Erzeugungsorten dagegen lassen sich in den seltensten Fällen mit einander vergleichen und können doch beide gesuchte Giessereiroheisensorten sein. Um eine Classification herzustellen, die in der Praxis von Werth ist und keine zeitraubenden Untersuchungen erfordert, erscheint es am Gerathensten, auf den Hochofenbetrieb zurückzugehen und zu ermitteln, welche Roheisensorten überhaupt dabei fallen können und welche davon sich zum Giessereibetrieb in irgend einer Beziehung qualificiren.

§. 2. Die gesammten Erscheinungen bei dem Hochofenbetriebe und ihre Resultate

Digitized by Google

lassen sich der Schmelz- und Reducirbarkeit der verschiedenen Erze nach in vier grosse Classen bringen, welche eben so viel Typen des Hochofenbetriebes abgeben.

Man verhüttet

1) leichtflüssige und gleichzeitig leicht reducirbare Erze;
2) leichtflüssige und gleichzeitig schwer reducirbare Erze;
3) strengflüssige und gleichzeitig leicht reducirbare Erze;
4) strengflüssige und gleichzeitig schwer reducirbare Erze.

Die sämmtlichen denkbaren und wirklich auch vorhandenen Roheisensorten fallen in diese 4 Classen und alle ihre eigenthümlichen, sie von einander unterscheidenden Eigenschaften lassen sich von einer der oben verzeichneten Combinationen der vier Haupteigenschaften der Erze ableiten und daraus wissenschaftlich erklären. Die ausführliche Erläuterung dieses Abhängigkeitsverhältnisses gehört dem Gebiet des Hochofenbetriebes an.

Man kann auf zweierlei Wegen die Beziehung der verschiedenen Eisensorten zu den obigen vier Hauptbetriebsverhältnissen des Hochofenprozesses darstellen. Entweder stellt man den Begriff des Giessereiroheisens als solches zuerst fest und ermittelt nach dem Geforderten die beste Art der Fabrikation, oder man verfährt umgekehrt und stellt die Resultate der vier Classen nebeneinander auf, um hiernach die Auswahl zu treffen und die Sorten zu ermitteln, welche durch möglichst günstige Eigenschaften dem Giessereibesitzer von Interesse sind.

§. 3. Man kann a priori im Allgemeinen behaupten, dass aus leichter reducirbaren und dabei strengflüssigen Erzen das beste Giessereiroheisen erblasen wird, während die schwerer reducirbaren und leichtflüssigen Erze ein Produkt geben, das durch seine Härte und Sprödigkeit gänzlich werthlos für den Giessereibetrieb wäre,

Digitized by Google

wenn nicht ein geringer Zusatz desselben zu den anderen Sorten manchesmal nothwendig erschiene, um deren Eigenschaften in einer bestimmten, durch den augenblicklichen Zweck gebotenen Weise zu ändern.

Das brauchbarste Giessereiroheisen liefern hiernach die verschiedenen Brauneisensteine, denen in der speciellen Brauchbarkeit die Rotheisensteine und Magneteisensteine, wenn sie in richtiger Gattirung verarbeitet werden, sich anschliessen; die salinischen Eisenerze, also die Spatheisensteine, die Sphärosiderite und Thoneisensteine lassen sich nur in geröstetem oder in verwittertem oxydirtem Zustand bequem zu Giesereiroheisen verarbeiten. Das dergestalt erblasene Roheisen ist reich an Kohlenstoff, von welchem der grösste Theil als Graphit, der andere chemisch gebunden darin enthalten ist. Der Gesammtgehalt ist von Wichtigkeit, da mit der Zunahme desselben die schädliche Gegenwart anderer elektronegativer Elemente weniger wahrscheinlich erscheint. Die Graphitausscheidung dagegen, auf welche noch viele Techniker ausschliesslich Werth legen, ist das Resultat der Erstarrungsumstände und kann mehr oder minder geändert werden.*)

§. 4. Die Brauneisenerze und die gerösteten Sphärosiderite geben ein graphitreiches, oft silicium- und schwefelhaltiges, ziemlich flüssiges Eisen, welches bei einmaligem Umschmelzen stets einen sehr schönen und dauerhaften Guss liefert. Manche reinere Varietäten desselben Eisens vertragen, namentlich im Cupolofen, ein wiederholtes Umschmelzen und nehmen bei vorsichtiger Behandlung eine grössere Dichtigkeit im Korn und die Fähigkeit an, durch rasches Abkühlen stahlharte Gussoberflächen zu geben. In diese Classe gehören die schottischen und ein grosser Theil der englischen Eisensorten, die sämmtlichen oberschlesischen grauen Roheisensorten,

*) Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, Gusswaaren aus dem grobkörnigsten schottischen Eisen darzustellen, und die nämlichen Resultate erzielt, als bei ungleich feinkörnigerem oberschlesischen Eisen von gaarem Gange.

Digitized by Google

theils bei Cokes, theils bei Holzkohlen erblasen, sowie einzelne Nummern aus den rheinisch-westphälischen Sortimenten, welche aus den Gegenden von Aachen, Duisburg, Dortmund, Trier und Saarbrücken stammen.

§. 5. Aus Roth- und Magneteisensteinen der verschiedenartigsten Zusammensetzung stellt man besonders in Schweden, Norwegen, Nordrussland, Böhmen, Oesterr.-Schlesien, Mähren und Ungarn, auf dem Erzgebirge und dem Harz, in Nassau, auf manchen rheinischen Hütten und in einzelnen Distrikten Belgiens und Englands ein reines festes, meist mittel- und feinkörniges, namentlich zum Guss von Maschinentheilen vorzugsweise geeignetes Roheisen dar, welches dem vorerwähnten beigemischt, zur Festigkeit desselben beiträgt und damit auch eine gewisse Weichheit verbindet. Eben so rein und fest ist das aus verwitterten oder gerösteten Spatheisensteinen gewonnene Roheisen, welches speciell in Ungarn, Kärnthen, Steyermark, Thüringen, im Osnabrückschen und auf dem Harz vorzugsweise dargestellt wird. Das aus nichtgerösteten und sehr manganhaltigen Späthen dargestellte Roheisen z. B. das Siegerländer ist vorwiegend nicht Giessereieisen.

§. 6. Aus den neuesten Eisenerzbildungen, den Wiesenerzen, stellt man ein dritte Sorte Eisen dar, welche hell, sehr dünnflüssig, kohlenstoffreich ist, dabei viel Phosphoreisen enthält und sich durch eine geringe Festigkeit auszeichnet. Dieses Wiesenerzeisen wird meistens bei Holzkohlen dargestellt und es basirt in den holländischen, rheinischen und norddeutschen Tiefebenen, sowie in den baltischen Ländern eine Menge theilweise umfangreicher Betriebe auf der unmittelbaren Verwendung dieses Eisens zur Giesserei. Ein ähnliches, wenn auch etwas reineres Erz liefern die Ufer und Untiefen der schwedischen Seen; auch in Russland bilden sich derartige Erze fortwährend und geben ein brauchbares, etwas feinkörniges Gusseisen.

Digitized by Google

Abtheilung b. *Von der Wahl eines Roheisens zum Giessereibetrieb und von den dabei anzustellenden Proben und Versuchen.*

§. 7. Wenn man sich zur Beschaffung von Roheisen entschliessen will, so darf man nicht ausser Acht lassen, dass die Qualität des Eisens durch das Umschmelzen, sei es im Flammofen, sei es im Cupolofen oder in Tiegeln, immer verändert wird, und dass dieser Prozess einen bedeutenden Einfluss auf die chemische Constitution und in Folge dessen auch auf die Molekularverhältnisse und physikalischen Eigenschaften des Roheisens haben muss.

Da an das Produkt dieser Schmelzprozesse bestimmte Ansprüche hinsichtlich der Härte, Textur und der Festigkeit gemacht werden, so muss man das anzukaufende Roheisen in kleineren Mengen einer genauen Prüfung unterwerfen und dabei, mit möglichster Rücksicht auf die hauptsächlich darzustellende Waare, untersuchen, in welcher Weise der Schmelzprozess auf die guten und nachtheiligen Eigenschaften des Roheisens wirkt.

§. 8. Ueber den Charakter eines Roheisens kann man sich durch eine Reihe von technisch-wissenschaftlichen Versuchen, unter denen die chemische Analyse obenan steht, genau unterrichten; indess erfordern derartige Untersuchungen einen enormen Zeitaufwand, sobald nicht eine unausgesetzte Uebung vorhanden ist. Dann genügt nicht allein der Versuch, sondern es muss eine oft sehr schwierige Combination sämmtlicher Resultate stattfinden, ehe man sich ein sicheres Urtheil bilden kann. Unter diesen Umständen ist ein Schmelzen des in Rede stehenden Eisens und die probeweise Herstellung von Gussstücken wohl der entscheidenste unter sämmtlichen Versuchen und kann gewissenhaften Schmelzmeistern stets empfohlen werden.

Ist die Giesserei mit Arbeit überhäuft und sind weder Vorrichtungen, noch Arbeiter vollkommen disponibel, so geschieht der Versuch zuerst in Gestalt eines Zusatzes zu dem bisher im Gebrauch stehenden

Digitized by Google

Eisen; der Zusatz wird allmälig gesteigert unter gleichzeitiger Beobachtung der daraus dargestellten Waare.

Was die Gegenstände betrifft, deren Guss man bei solchen Probeschmelzen am ehesten versuchen muss, so sind dazu solche auszuwählen, deren Gelingen eine Abwesenheit schädlicher Eigenschaften im Eisen nothwendig voraussetzt. Gerathen solche Gegenstände, so ist wohl anzunehmen, dass auch andere, weniger Risiko mit sich bringende Gussobjekte nicht misslingen werden.

§. 9. Unter den Gussartikeln, die sich zu Proben eignen, stehen, namentlich wenn die Anstalt vorzugsweise Handelsguss, d. h. Oefen, Herdtheile, Platten und Poterie fabricirt, die auf offnem Sandherd angefertigten ca. 1 Cm. starken Herdplatten (Seitentheile zu Kochherden), die eine glatte und ein rauhe Seite haben, in erster Reihe. Der Guss erfolgt bis zu bedeutender Grösse auf offenem Herd und die Güte der gelieferten Platten hängt zunächst vom Flüssigkeitsgrad des Eisens (der überhaupt das Gelingen und Auslaufen bedingt) ab, dann von der Textur desselben. Die eine Seite der Platte wird durch die Oberfläche des flüssig gewesenen Eisens, die andre durch den Abdruck des Modells in dem vollkommen wagerecht gestrichenen Sand gebildet. Beide Seiten erstarren unter verschiedenen Bedingungen; so sehr ein intelligenter Giesser auch bemüht sein muss, diese Verschiedenheit durch Kunstgriffe aller Art zu mindern, so ist das Erkalten an der Luft immer ein andres, als das im Sande. Eine solche Herdplatte, wenn sie gelungen, d. h. vollständig plan geworden ist, besteht aus verschiedenen Schichten, deren gegenseitiges Dickenverhältniss ein ganz bestimmtes sein muss. Auf der Unterseite befindet sich eine durch die erste rasche Abkühlung erzeugte ca. 1 Mm. starke helle, oft weisse Schicht, darüber folgt eine dunkle grobkörnige ca. 5 Mm. starke, der langsamsten Abkühlung entsprechende und endlich innerhalb der noch übrigen 4 Mm. eine Schicht, deren Farbe und Textur der Mittelschicht näher liegen, als der untersten, und

Digitized by Google

welche ihre Absonderung der Einwirkung der äusseren Luft verdankt.*)

§. 10. Als gelungen ist der Versuch anzusehen und als befriedigend die Qualität des Eisens, wenn die Oberränder der Platte möglichst scharf sind. Die Unterränder sind leichter scharf zu bekommen, weil dieselben in dem Sand ausgeprägt und durch den, wenn auch noch so geringen Druck des Eisens ausgefüllt werden. Ist das Eisen grau, graphitreich, rein und dünnflüssig, so sind die Oberränder nur wenig gerundet; die Oberfläche ist mit einer matten hellgrauen Gusshaut bedeckt, auf welcher Graphitflimmer und -punkte gleichmässig vertheilt in mehr oder minder grosser Zahl auftreten.

Ist das Eisen von sehr gaarem Gange, dabei weniger rein, mit Ueberschuss von Graphit, aber geringem Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff, so wird die Oberfläche unrein, runzlig und die Ecken, so wie die Ränder der Platten gehen in die Höhe. Das dunkelgraue Eisen erstarrt überhaupt mit concaver Oberfläche, weil es, wenig zum Abschrecken geneigt, beim Erkalten auf der Unterfläche fast langsamer erstarrt, als auf der Oberfläche, wo der in einer bestimmten Temperatur plötzlich als Graphit austretende Kohlenstoffgehalt die Gusshaut verunreinigt und ein schnelleres Festwerden bewirkt.

Bei Eisen, welches dagegen Neigung zum Weisswerden und Abschrecken hat, werden die Oberränder sehr stumpf und die ganze Oberfläche erscheint wie mit lauter Augen bedeckt, flachen linsenförmigen Höhlungen, die vom Ausstossen von Gasblasen beim Erstarren herrühren mögen. Die stark abgeschreckte Unterfläche zeigt lebhafte Farben und ist sehr rein und

*) Noch leichter beobachtet man diese drei Schichten bei den 4—6 Cm. starken Roheisengänzen, und der erfahrene und geübte Förmer ersieht aus der Anordnung derselben den Grad der Brauchbarkeit zum Herdguss. Da aber das flüssig gemachte Eisen an sich noch mehr Charaktere durch sein Verhalten im Flüssigkeitszustande bietet, so ist es immer besser, einen Schmelzversuch zu machen.

Digitized by Google

glänzend. Nehmen diese Eigenschaften zu, so erscheinen die Ecken heruntergebogen und die Platten sind, abgesehen von diesen Schönheitsfehlern, durch grosse Sprödigkeit unhaltbar und untauglich.

Es erhellt hieraus, dass man nach dem Ausfalle der eben beschriebenen Versuche ein in jeder Beziehung zutreffendes Urtheil über das dazu verwendete Eisen sich bilden kann.

Wählt man bei Anfertigung dieser Probeformen eine Plattengrösse von ca. 1 Quadrat-M. und es gelingt, die Stärke von 1 Centim. innezuhalten, so ist die Brauchbarkeit des Eisens zu jeder Gattung der schwachen und leichten Handelswaaren, seien es nun Oefen, Kessel, Poterie, Patentthüren, Kochherdplatten, Roste und Roststäbe etc. etc., sicher gestellt.

§. 11. Zur Topfgiesserei, zum Guss von Oefen, kleinen Kesseln u. dgl. kann ein jedes Eisen verwandt werden, welches nicht zu graphitreich und härter ist, als zu Herdplatten dienlich erscheint. Da diese Gegenstände von allen Seiten in der Form eingeschlossen sind und meist unter bestimmtem Druck gegossen werden, so ist ein Werfen und Verziehen nicht zu fürchten. Wenn mit der Giesserei eine Emaillirhütte verbunden ist und der grösste Theil der Gusswaaren emaillirt wird, so ist es wichtig, eine Probe mit dem Guss schwächster Poterie und dem Emailliren derselben anzustellen, ehe man das betreffende Roheisen ankauft. Das Emaillirverfahren, wenn es ohne Bleizusatz ausgeführt wird, macht an die Haltbarkeit des Eisens beim Glühen grössere Ansprüche und dieselben steigern sich ausserdem noch mit der zunehmenden Leichtigkeit der Geschirre.

Die Glasur sowohl als die Grundmasse werden bei einer hohen Temperatur eingebrannt und die Gefahr des Springens ist nur sehr schwer zu umgehen. Man wird am besten thun, ein möglichst gaares grobkörniges Giessereiroheisen zur Geschirrfabrikation anzuwenden; doch entstehen dadurch leicht Graphitflecke auf der Innenseite des Geschirrs, und diese Flecke hindern bei dem Emailliren eine gleichmässige Glasur.

Digitized by Google

Bei dem Auftragen der breiigen Massen, die bekanntlich mit Wasser angerührt sind, saugen diese porösen Stellen das Wasser so rasch auf, dass das Aufschwenken nicht schnell genug geschieht, um eine zu starke Anhäufung von Emaille an den betreffenden Stellen zu verhindern.

Für das Emailliren ist ein hartes Eisen vorzüglich zur Herstellung gleicher und schöner Glasuren geeignet, doch darf es weder zu sehr abgeschreckt sein, noch Rothbruch zeigen. — Leichtflüssiges Eisen, z. B. alles Wiesenerzroheisen, giebt gute Geschirre von glatten Oberflächen und hinlänglicher Haltbarkeit in der Hitze, um die Brenntemperaturen des Emaillirverfahrens gefahrlos zu bestehen. Auch die aus jüngeren Thoneisensteinen hergestellten Eisensorten, die immer etwas phosphorhaltig sind, geben haltbaren Poterieguss.

Die Oberschlesischen Hütten geben haltbare Geschirre, die aber an Schönheit sowohl, wie an Leichtigkeit den Produkten der Wiesenerzhütten bei Weitem nachstehen. Strengflüssige Eisensorten greifen die Form schärfer an, da sie bei dem Guss immer heisser sind, als leichtflüssige, deshalb entstehen bei ihrer Verwendung getriebene Formen und rauhe Oberflächen.

§. 12. Zum Guss von Röhren, die vor der Verwendung auf ihre Dichtigkeit unter einem gewissen Druck geprüft werden, namentlich zu Gasröhren, so wie zu allen Theilen, die bei Gasanstalten verwendet werden, kann man mit der gehörigen Vorsicht die schlechtesten Eisensorten verwenden. Das Eisen muss hinreichend dicht sein, um kein Gas durchzulassen. Blasen sind weniger schädlich, als eine gleichmässige Porosität, welche ein Rohr an allen Stellen schadhaft erscheinen lassen kann.

Besonders unangenehm wirkt auch hier eine unregelmässige Graphitausscheidung. Ein grelles Eisen, wenn es selbst zum Abschrecken geneigt sein sollte, ist weniger verwerflich, falls es auch im Bezug auf die Dünnflüssigkeit nicht immer den jetzt an die Gasrohre gemachten Anforderungen entspricht.

Digitized by Google

Werden die Röhren stehend gegossen, so kann poröses Eisen angewendet werden, weil der hohe Druck — 10 Fuss Gusslänge — auf die ursprüngliche Dichtigkeit des Eisens einen günstigen Einfluss übt.

Bei liegendem Guss, wenn auch unter 20—25° geneigt, muss dagegen ein dichteres Eisen verwendet werden. Sehr gut sind hierzu die Abfälle aus dem Betriebe, die durch nochmaliges Umschmelzen in ihrer Dichtigkeit soweit zunehmen, dass ihre Porosität nicht mehr gefährlich wird.

Sogenanntes Altgusseisen ist zum Röhrenguss unbedenklich zu verwenden; wenn man ca. 30 Proc. gutes Eisen zuzusetzen hat, kann man es sogar unsortirt zum Betriebe geben.

§. 13. Ein weiterer Versuch ist der Guss eines complicirteren Gegenstandes mit nicht zu vermeidender ungünstiger Eisenvertheilung. Es kommt namentlich da, wo für Maschinenfabriken gearbeitet wird, oft vor, dass aus construktiven Rücksichten Theile im Guss ausgeführt werden müssen, die eine starke Spannung nach dem Erkalten in sich tragen und es kommt darauf an, das zu verwendende Eisen zu prüfen, ob es die hinreichende Festigkeit hat, diese Spannung zu überwinden. Wenn auch in vielen Fällen der Eigensinn und die Eitelkeit der Construkteure eine Aenderung der ungünstigen Massenvertheilung nicht gern gestatten, so beschränken sich im Allgemeinen die bekannten und unvermeidlichen Vorkommen der Art auf Schwungräder, Riem- und Seilscheiben, Gitter aus schwachen Stäben in starkem Rahmen u. a. m. Sobald das Eisen seine Qualität etwas ändert und spröder wird, verunglücken diese Gegenstände sehr leicht und können nur mit der grössten Vorsicht beim Erkalten und Bearbeiten ganz abgeliefert werden.

§. 14. Beschäftigt sich die betreffende Anstalt viel mit verziertem Guss, so kann ein sonst unbrauchbares und namentlich ein sprödes Roheisen noch immer gut verwendet werden und ist ein Versuch bei der Kunstgiesserei durchaus anzurathen. Zu der-

Digitized by Google

gleichen Stücken verwendet man gern Roheisen, welches, wie das aus Raseneisenstein erblasene, eine glatte Oberfläche nach erfolgtem Guss zeigt und seiner geringeren Schmelzhitze halber die Formen nur wenig angreift. Die mit Recht berühmten Kunstgusswaaren der norddeutschen Giessereien, z. B. Lauchhammer, Wilhelmshütte in N. S., Varel a. d. Jahde u. a. m. sind meistens aus Rasenerzeisen gegossen. Eben so gut ist dieses Material zur Anfertigung von voller und von hohler Munition, vorausgesetzt dass sie bei der Abnahme durch die Artilleriebehörden nicht scharf durch Wurf- und Schlagproben geprüft, wird, da sie dem Springen leicht ausgesetzt ist.

§. 15. Wenn die Giesserei viel Maschinentheile liefert, die massige Verhältnisse mit bestimmten Eigenschaften vereinen sollen, so ist ein Versuch des zu prüfenden Eisens bei dem Guss in gebrannten Formen, bei der Masse- und Lehmförmerei, anzurathen. Es ist nämlich dann zu erproben, ob sich die Textur in solchen starken, langsam erstarrenden Stücken in für die Festigkeit und Dichtigkeit nachtheiliger Weise ändert und ob das Nachsaugen langsam und stetig oder schnell und ungleich stattfindet, ferner, ob bei hohlen und in der Wandung schwachen Güssen in Masse und Lehm, also über festen und fast nicht nachgebenden Lehmkernen, das Eisen nach dem Erkalten eine zum Gelingen nothwendige Cohäsion besitzt.

Bei dem Besprechen der verschiedenen Giessereiprozesse wird noch specieller auf die Qualitäten der brauchbarsten Eisensorten eingegangen, namentlich aber sollen die Kriterien angegeben werden, die in Verbindung mit einem der vorstehend erläuterten Schmelzversuche ein sicheres und für den Betriebsführer einer Giesserei ausreichendes Urtheil begründen können. Im Allgemeinen und abgesehen von specieller Verwendbarkeit zu bestimmten Branchen, wird zu den meisten Zwecken des Giessereibetriebes ein Roheisen gewählt, welches dunkelgrau von Farbe ist, einen groben, doch glänzenden Bruch besitzt und bei dem

Digitized by Google

Zerschlagen klanglos bricht. Zum Maschinenguss genügt alsdann ein Zusatz von hartem und festem Eisen.

Oft genügt zur Darstellung von härteren und dichteren Gusswaaren das doppelte Umschmelzen der erst erwähnten Eisensorte. Die zwei Sorten, grob- und feinkörniges Eisen, müssen auf jeder Giesserei vorhanden und vorräthig sein und die folgenden Beispiele aus der Wirklichkeit beweisen es aufs Klarste.

Abtheilung c. *Von einigen typischen Giessereiroheisensorten und den natürlichen Verhältnisssen der betreffenden Erzeugungsbezirke, sowie von der specifischen Verwendung der Haupteisenarten.*

§. 16. Nach dem in den vorhergehenden §§. Gesagten erscheint es wohl wenig auffallend, dass umund einsichtige Giessereivorsteher, selbst wenn sie auf das Produkt eines zum Werk gehörenden Hochofens vorzugsweise angewiesen sind, zu den verschiedenartigen Gegenständen, die in einer Giesserei vorkommen können, ein möglichst reiches Sortiment eben so verschiedener Roheisensorten vorräthig halten. In dieser Beziehung gehen die mit grösseren Maschinenbauanstalten verbundenen Giessereien grösserer Handels- und Fabrikstädte mit nachzuahmendem gutem Beispiele voran. Allerdings wird durch die unmittelbare Nähe der Metallmärkte dieses Vorhaben oft erleichtert und ist dann die Auswahl reicher an Sorten, als auf kleineren Plätzen. In Deutschland kann sich keine Stadt neben Berlin stellen, was die Ausbildung des Giessereiwesens anbetrifft, und auch die Eisensortimente des dortigen Metallmarktes stehen nur denen englischer Plätze nach.

Den ersten Rang unter den Roheisenmarken für Giesserei behauptet bis jetzt das schottische und das englische Eisen in der reichsten Auswahl an verschiedenen Sorten. In den letzten 10 Jahren hat auch das deutsche Giessereiroheisen angefangen,

Digitized by Google

dem britischen Eisen auf vielen Plätzen Concurrenz zu bereiten, doch zieht man das Letztere allgemein vor, weil es leichter zu behandeln und billiger ist. Schwedische Eisensorten wurden früher noch mehr als jetzt gebraucht; die Höhe des Preises wiegt die in der Anwendung dieses vorzüglichsten Materials liegenden Vortheile auf und nur in aussergewöhnlichen Fällen wird es noch verschmolzen. Schlesische und rheinisch-westphälische, auch harzer und thüringer Sorten leisten nahezu dieselben Dienste und sind billiger zu haben.*) Beliebte Marken sind unter den schottischen: Gartsherrie, Langloan, Calder, Govan, Monkland, Dundyvan, Coltness, Kinneil, Forth etc.; unter den englischen: Stokton, einzelne Cumberländer und Staffordshire Hütten, Cleveland, dann das bei kaltem Wind erblasene Blaenavon aus Wales; unter den schwedischen das Eisen des Förolaerzes, Finspong, Åker und andere körnige leicht halbirte Sorten.

§. 17. Gleiche Verhältnisse bestehen bei den Giessereien in den Ostseestädten Königsberg, Elbing, Danzig, Stettin u. a. O., in den westlich von Berlin liegenden Städten Brandenburg, Magdeburg, Braunschweig, Hannover, Osnabrück, Bremen etc., sogar im Bereich der rheinisch-westphälischen Reviere braucht man fremdes Eisen. Die theilweise eingegangenen Gusswerke der Mark, Provinz Sachsen, Posen und der Lausitz basirten ausser auf Ankauf fremden Eisens auf Darstellung von Roheisen aus Wiesenerzen. Dahin gehören u. A. Vietz, Torgelow, beide ehemals fiskalisch, Marienhütte b. Kotzenau, Lauchhammer, Wilhelmshütte, die Hütten zu Neusalz, Ober Leschen, Henriettenhütte u. A.

Die Breslauer Giessereien, die auch noch im

*) Speciellere Angaben über die Berliner Giessereien, unter denen sich Musterwerke ersten Ranges finden, sind in der Abhandlung des Verf. in Berg- und hüttenm. Ztg. 1862, Nr. 1, 3 u. 4 gemacht, auf die wir verweisen.

Digitized by Google

Bereiche des ausländischen Roheisens liegen, verbrauchen ausser schottischem und englischem Eisen hauptsächlich oberschlesische Sorten und das ausgezeichnete Eisen der Vorwärtshütte b. Waldenburg, welches aus Magnet- und Rotheisensteinen bei Cokes erblasen wird.

Die oberschlesischen Hochofenwerke haben eigentlich erst in dem Jahre 1864, als die Blokadeverhältnisse die Zufuhr ausländischen Materials zu dem norddeutschen Metallmarkt fast ganz abschnitten, Roheisen zu Giessereizwecken verkauft und, während man bis dahin nur für den Bedarf der Provinz und der angrenzenden Landestheile Giessereiroheisen geliefert hatte, war man jetzt gezwungen, um in der Qualität dem augenblicklich durch fremde Verhältnisse fern gehaltenen ausländischen Eisen vollständig die Spitze zu bieten und das für dasselbe noch immer herrschende günstige Vorurtheil zu zerstören, den Betrieb der Hochöfen etwas zu modificiren.

Es wurde nothwendig, mehr auf gaaren Gang, als auf die seit drei Jahren erfolgreich angestrebte hohe Produktion zu sehen. Früher, wo der grösste Theil des Hochofenprodukts in die Walzhütten des nämlichen Industriebezirks wanderte und der oberschlesische Eisenexport fast nur in gewalzter und geschmiedeter Waare bestand, wurden die Folgen eines nachlässigen oder forçirten Betriebes nicht sichtbar und so leicht bemerklich. Jetzt, wo das oberschlesische Roheisen mit den ausländischen Sorten in die Schranken trat und dieselben von dem inländischen Consum möglichst verdrängen sollte, musste die bessere Qualität die durch weitere Verfrachtung den Käufern, resp. Consumenten entstandenen Mehrkosten rechtfertigen.

Trotz dieser klaren Nothwendigkeit gingen manche Roheisenhändler von der Ansicht aus, dass Roheisen, wenn es den Puddel- und Walzwerksbesitzern nicht genügende Resultate bei der Verarbeitung zu Rohschienen bietet, deshalb immer noch ausgezeichnetes Giessereiroheisen sein könne. Sie wendeten um so mehr Beredtsamkeit bei der Behauptung dieser unhalt-

Digitized by Google

baren Ansicht auf, als für Giessereiroheisen stets mehr gezahlt wird, wie für Frischroheisen.

Daher kommt es, dass die damalige günstige Conjunktur nicht so von den oberschlesischen Hütten benutzt worden ist, als es hätte geschehen sollen, und dass ein Giessereiroheisen, wie Langloan I., Gartsherrie I., Dundyvan u. a. Sorten in Oberschlesien noch nicht erblasen wurde. Nur einzelne Hütten haben vorübergehend annähernd gute und grobkörnige Produkte erzeugt, aber auch jedesmal höhere Preise gefordert.

§. 18. Diese guten Marken sind (die Cokesofenwerke) Hubertushütte, Eintrachtshütte und Donnersmarkhütte, im Beuthener Kreise gelegen.

Auch Falvahütte, Vulkanhütte und Tarnowitzer Hütte sind bestrebt gewesen, Giessereiroheisen an den Markt zu bringen, indem sie dasjenige Eisen sortirten, was nicht zum Betriebe der Puddelöfen so brauchbar sich erwies, als man verlangte. Es ist einleuchtend, dass diese Marken nicht so sicher in der Qualität sind, als die drei erstgenannten. Gleiwitz, welches in 2 Hochöfen ca. 180—200,000 Ctr. zu produciren im Stande ist, lieferte namentlich in früheren Jahren ein, wenn auch theureres, doch ausgezeichnetes haltbares Eisen. Diesem Eisen verdanken die Handelsgusswaaren des Werks ihren Ruf und trotz der den Consumtionsorten näher liegenden Concurrenzwerke ist dieser alte Ruf Ursache, dass noch immer bedeutende Nachfrage herrscht.

Das gute oberschlesische Cokesroheisen, namentlich bei nicht zu heissem Wind erblasen, z. B. das in den Jahren 1862/63 verkaufte Hubertushütter Eisen, ist zwar nicht immer von grobem Korn aber nichts desto weniger von der, sonst grobkörnigerem Eisen eigenthümlichen Beschaffenheit. Der Bruch desselben unter dem Schlage des Fäustels erfolgt ohne Geräusch und zeigt Aehnlichkeit mit den beim schottischen Eisen beobachteten Cohäsionsverhältnissen.

Die auch in Oberschlesien durch den Bezug fremder Erze eingetretene Erweiterung des Hochofenbetriebes hat die fast ausschliessliche Fabrikation von

Digitized by Google

weissem Roheisen und den Import von schottischem Giessereieisen zur Folge gehabt.

§. 19. Die Holzkohlenhütten Oberschlesiens arbeiten theils für eigene Gusswaare, theils für Walzwerke und selten kommt Holzkohlenroheisen in den Handel. Das beste Holzkohlenroheisen wird in Oberschlesien aus den Brauneisenerzen erblasen, denen man einen bestimmten Satz jurassischer Thoneisensteine zusetzt. In dieser Weise arbeiten Malapane, Kaminietz, Bankau und Wiesko bei Landsberg, dessen Eisen zu festem Maschinenguss sehr geschätzt wird. Diejenigen Werke, die in dem südlichen Theil der Provinz liegen, verarbeiten meist nur Brauneisenerze und erzielen ganz gute Resultate, wenn sie vorsichtig arbeiten. Dahin gehören Tworog, Brinitze, Hugohütte, Miotek, Bitschin, Henriettenhütte, Nieborowitz u. a., von denen früher besonders Tworog, Brinitze und Miotek in Berlin viel verlangt wurden. Der Hochofen zu Paprotzan bei Pless verbläst ausser Brauneisenerzen noch Sumpf- und Walderze, d. h. Thoneisensteine, die nesterweise am Rande der Weichselniederung vorkommen, und liefert ein ganz vorzügliches Eisen.

Benöthigt man ein zum Hartguss geeigneteres Roheisen, so übersetzt man den Gang des Hochofens und giebt gleichzeitig etwas leichtflüssigere Beschickung. In den oberschlesischen Holzkohlendistrikten wird ein solches Eisen am leichtesten dadurch hergestellt, dass man bei gleichbleibender Kohlengicht den Erzsatz durch die leichtflüssigeren, aber schwererreducirbaren Eisensteine übertreibt. In dieser Weise wird in Malapane der Hartguss direkt betrieben und auf anderen Werken ein halbirtes oder weisses, zum Abschrecken geneigtes Eisen erblasen, welches seiner Darstellungsweise (dem erhöhten Zusatz der reineren Thoneisensteine) gleichzeitig eine grosse Festigkeit und Zähigkeit verdankt.

Unter allen Sorten stehen im Bezug auf Festigkeit wiederum diejenigen obenan, welche bei kaltem Winde dargestellt sind; z. B. übertrifft das Eisen von

Digitized by Google

Wiesko, Miotek, Brinitze u. A. selbst das Malapaner, obgleich der Betrieb des letzterwähnten Werkes in jeder Beziehung ein höchst rationeller genannt werden kann.

§. 20. Der hohe Preis des Holzkohleneisens, der sich nicht immer bei dem Preise der Gusswaaren mit berechnen lässt, rechtfertigt bei dem Ankauf eine noch grössere Vorsicht, als bei dem Cokesroheisen nöthig erscheint. Am meisten muss man sich dabei vor solchem Eisen hüten, welches mit Cokeszusatz erblasen, als Holzkohlenroheisen betrügerischer Weise auf den Markt gebracht wird. Ein solches Eisen ist in der Regel rothbrüchig und, bei aschenreichen Cokes und schlechten armen Erzen, mit Erdmetallen legirt, die seine Eigenschaften vollends verderben. Bei Cokeseisen zeigen sich zwar diese Sorten auch, sind aber nicht so unangenehm, weil a priori an das Cokesroheisen und an den Guss daraus nicht die Anforderungen gemacht werden, denen das Holzkohleneisen entsprechen muss.

Der Charakter dieses Eisens verräth sich dem blossen Auge am Sichersten durch das Dasein einer Menge länglicher Blasenräume auf der Oberfläche der Gänze. Dieselben, mit ihrer Längsaxe rechtwinklig zur Oberfläche der Ganz, sind nach innen zu gewöhnlich etwas weiter, so dass es fast den Anschein hat, als sei von aussen her die Luft in kleinen Blasen, dem Schwinden der noch flüssigen Masse folgend, durch die schon halb erstarrte Fläche gedrungen.

Bei massiven Sachen, Walzen, Kanonen, Presscylindern u. a. ist ein Zusatz von 20—25 Proc. solchen Eisens im Stande, den Guss durch ungleiches Gefüge, Krystallflecken von dunklerer Farbe unbrauchbar zu machen.

§. 21. Der Verfasser hatte vor Jahren Gelegenheit, in der Praxis Beobachtungen zu machen, die hier kurz eingeschaltet werden sollen. Seit längerer Zeit bezog man auf der Gleiwitzer Königlichen Eisengiesserei zur Aushülfe bei dem Walzenguss und der Herstellung massiver Stücke überhaupt Holzkohlen-

Digitized by Google

roheisen von Henriettenhütte b. Peiskretscham, früher (auch als Material zur Stabeisendarstellung) eine der besten oberschlesischen Marken. Dieses Eisen war bei Holzkohlen aus reinen Tarnowitzer Eisenerzen mit möglichst geringem Zuschlag von Flusskalk bei kaltem Wind und enger hoher Zustellung gaar erblasen. War es auch unvermeidlich, dass halbirtes Eisen mit unterlief, so liess dasselbe selbst zur Giesserei sich ohne Nachtheil verwenden, wenn es bei Cokes und schwachem Satz im Cupolofen umgeschmolzen wurde.

Da die Nachfrage für Walzen sich plötzlich erheblich steigerte, beschloss die Werksverwaltung, um bei den gleichfalls steigenden Roheisenpreisen möglichst günstig abzuschliessen, eine grössere Partie Henriettenhütte-Eisen anzukaufen. Die Lieferung erfolgte und anfänglich, wo wahrscheinlich mit älteren Beständen geräumt wurde, zu voller Zufriedenheit der Verwaltung. Die mittelst dieses Eisens und eines entsprechenden Zusatzes von eigenem guten Cokesroheisen und alten Walzenköpfen und Bruchstücken hergestellten Güsse zeigten sich bei dem Drehen von vollkommener Homogeneität des Kornes. Dasselbe war im Kern der Walzen grob, der Bruch hakig und glänzend, nach aussenzu feinkörnig und hell, die Graphitausscheidung fast Null.

Bei veränderter Gattirung zu 80—120 Ctr. schweren Walzen, wo die Quantität des alten Gusseisens, also des schon einmal durchgeschmolzenen Eisens in Barren, vermehrt werden musste, um dem Guss die verlangte Härte zu geben, kamen keine Stahlflecken vor, die sonst eingeschweisste gefrischte Eisenstückchen andeuten und vom Drehstahl kaum angegriffen werden.

§. 22. Plötzlich verschlechterte sich die Qualität der Walzen. Das Eisen wurde ungleich, dunkle Flecken kamen in ungleichen Zwischenräumen auf der Oberfläche zum Vorschein; mit genauer Noth konnten die angefangenen Walzen zu Ende gedreht werden, da die Drehstähle trotz festerer Lage im Support solche weiche Stellen des Gusses leichter angriffen.

Da man nicht gleich auf die rechte Ursache ver-

Digitized by Google

fiel, indem das Holzkohleneisen bisher noch keinen Grund zur Klage gegeben, vermied man von jetzt ab den Zusatz der alten Walzenstücke, von welchen noch Vorräthe aus früheren Betriebsjahren dalagen.

Dieselben stammten aus einer Zeit, wo der Zusatz von ungleichem Feineisen, welches aus dem verschiedensten Material, ohne Auswahl, und bei nicht richtiger Leitung des Feinprozesses im Eck'schen Steinkohlengasofen dargestellt worden war. Bei jedem Schmelzen wurden zwar die einzusetzenden Stücke mit dem Meissel angeschlagen, um aus dem Bruche einen Schluss auf die Verwendbarkeit des Eisens zu ziehen, — indess konnte immerhin ein Versehen stattgefunden haben, da der Bruch, namentlich bei hellern Eisensorten, schwer zu erkennen und zu bezeichnen ist.

Man setzte anstatt der alten Walzentheile nach und nach nur Holzkohleneisen und als sich das Uebel noch nicht änderte, sondern bei Feineisenwalzen bis über 50 Proc. Ausschuss erfolgte, beschloss man von dem Henriettenhütter Eisen ganz abzusehen und angekauften englischen Hartwalzenbruch zu verwenden, wonach sich dann auch bessere Resultate sofort ergaben. Der Rest des Holzkohleneisens ging zur Herstellung von Maschinenguss auf, eben so zu grossen Lehmgussstücken, welche eine gewisse Dichtigkeit erforderten, aber nur wenig bearbeitet wurden.

Angestellte Privatermittelungen ergaben, dass der Betrieb auf der Henriettenhütte nicht mehr allein bei Holzkohlen stattfand, auch nicht mehr auf denselben reinen Erzen basire, sondern dass Zusätze von angekauften Cokes von Zabrze zu den Holzkohlen stattfänden.

Später verarbeitete man in Gleiwitz das Roheisen von Paprotzan im Pless'schen, das immer einen sehr guten Ruf, auch als Material der Herdfrischerei, besessen hatte.

Obgleich es nicht selten halbirte, weisse und graue Gänze durcheinander zeigte, so erhielt man durch Umschmelzen im Flammofen, mit Zusatz von Cokesroheisen und altem Guss oder Tümpeleisen in Barren

Digitized by Google

(bei früheren Güssen als Ueberschuss gewonnen), ein gleichförmiges, bloss durch die Gesetze der Krystallisation und der Abkühlung in den verschiedenen Theilen des Gussstücks gröber oder feiner gewordenes Gusseisen.*)

§. 23. Ehe wir von der Beschreibung der schlesischen Eisensorten uns trennen, mag es gestattet sein, auf ein seit 1860 oft vorkommendes Roheisen aufmerksam zu machen, welches in Folge des gesteigerten Frisch-Puddel- u. Schweissschlackenzusatzes bei der Beschickung zum Vorschein gekommen ist und mit einer auffallenden Porosität und geringeren Schwere geringe Festigkeit verbindet. Der Bruch ist glänzend, oft grobkörnig, doch nicht von der Art des bei dem Giessereiroheisen beliebten scharfeckigen, sondern rundlicher und stumpfer. Bei schlechtem Ofengange wird der Bruch fast erdig, fahlgrau, matt und die Gusshaut ist oft abgeschreckt, ohne dabei das bei gutartigem Eisen nie ausbleibende strahlige Gefüge zu besitzen.

Obgleich die englischen Hüttenbesitzer bei der Roheisendarstellung zum eigenen Bedarf ihrer Giessereien, also da, wo sie eine gewisse Garantie für das Material übernehmen, jeden Schlackenzusatz verwerfen und lieber ein theureres, aber um so viel besseres Eisen produciren (vgl. in A. Gruner & Lan Etat présent de la métallurgie du fer en Angleterre 1862), ist dieser richtige Grundsatz auf vielen deutschen Eisenhütten weder angewandt, noch überhaupt als richtig erkannt worden.

So lange es angeht, die Beschickung eines Hochofens durch Frischschlacken anzureichern, ohne gleichzeitig die Quantität des Zuschlags zu vermehren, so lange also der Kieselsäuregehalt der Schlacke durch die Basen der Erze gesättigt werden kann, ohne dass die dem Giessereiroheisen entsprechende Silikatstufe der Schlacke sich verändert, wird man keine zu nach-

*) Bei äusserer starker Abkühlung ist die Stetigkeit in der Aenderung des Gefüges vom Kern nach aussen zu Bedingung des Gerathens.

Digitized by Google

theiligen Folgen für die Qualität des Eisens zu fürchten haben; sobald aber eine möglichst grosse Menge billiger Schlacken verhüttet, der Kalkzuschlag also entsprechend gesteigert werden soll, bilden sich, in Folge der hohen Windtemperatur, die angewandt werden muss, und des gesteigerten Einflusses vom festen Kohlenstoff, Reduktionsprozesse, welche dem Eisen neben dem Kohlenstoff den doppelt nachtheiligen Gehalt an Erdmetallen zuführen.*)

§. 24. Das in den angrenzenden Industriebezirken des österreichischen Kaiserstaates dargestellte Roheisen, welches dort fast ausschliesslich zum Giessereibetrieb verwendet wird, schliesst sich in der Betrachtung am Besten an die gegebene Uebersicht der oberschlesischen Industrie an.

Die Roheisenerzeugung im östr. Herzogthum Schlesien und den Grenzbezirken von Mähren und Galizien gründet sich meist auf das Vorkommen von Thoneisensteinen in den zur Kreidegruppe gehörenden Teschner Schiefern und wird ausserordentlich verständig und rationell betrieben.

Die am Nordabhang der Beskiden vorkommenden Erze werden u. A. zu Friedland, Czeladna, Baszka, Trzinietz und (Bad) Ustron verschmolzen, enthalten meist nur 16—18 Proc. Eisen, selten bis 28 Proc., dabei viel Kalk und Thon.

Diese Hüttenwerke stellen daraus unmittelbar bei den Hochöfen einen weichen, doch wenig haltbaren Guss her. Das Eisen ist grau, von mattem Glanz, ziemlich fein im Korn und etwas kaltbrüchig. Die Gusswaaren sind sehr sauber und glatt, die Poterie leicht von Gewicht und gut emaillirbar.

Die ebengenannten verschiedenen Eigenschaften lassen sich ziemlich leicht erklären; die Unhaltbarkeit, selbst in starken Stücken nachgewiesen, rührt jeden-

*) Schon Karsten hat dieses an Erdbasen reiche Roheisen 1840 hervorgehoben (vgl. Eisenhüttenk. III., §. 710), als von einer ausgedehnteren Verwerthung der Eisenfrischschlacken noch nicht die Rede war.

Digitized by Google

fälls von der Armuth der Erze her und demnächst von der Menge Schlacke, die bei dem Betriebe fällt — mit anderen Worten, von der Anwesenheit von Erdmetallen im Eisen und von vermindertem Kohlenstoffgehalt. Der ebenfalls beobachtete Kaltbruch, der sich hauptsächlich in der Leichtflüssigkeit des Eisens und in der Schönheit des Gusses zeigt, kann durch den Gehalt des Erzes an Phosphaten, die von thierischen Resten herrühren, hervorgebracht werden.

Seit auf einigen der mährisch-schlesischen Werke auch Maschinenguss gefertigt wird, z. B. in Friedland und Ustron, wo Maschinenfabriken mit der Hochofenanlage verbunden sind, hat man auch den Cupolofenbetrieb, der früher nur vorübergehend und bei Ueberhäufung von Bestellungen stattfand, mehr ausgebildet.*) Damals wurden Cupolöfen nur zum Umschmelzen eigenen Eisens und mit Holzkohlen betrieben — jetzt braucht man sie, um fremdes besseres Eisen bei Cokes zu schmelzen. Man hält für alle Gegenstände, an deren Solidität besonders grosse Ansprüche gemacht werden, ein Material von grösserer Güte vorräthig.

Da bereits in früheren Jahren für die Stabeisenwalzhütten desselben Bezirks Ustron und Lipena in einem Jahre gegen 500,000 Ctr. ungarisches Roheisen über die Pässe der Beskiden gezogen wurden, so lag es nahe, auch für den Giessereibetrieb das bessere Eisen daher zu nehmen.**)

Eine zum selben Verwaltungskreise wie Ustron,

---

*) Der 1864 verstorbene L. Hohenegger s. z. Direktor der Berg- und Hüttenwerke des Erzherzogs Albrecht zu Teschen, als Geognost und Erforscher der mährisch-schlesischen Karpathen in weiteren Kreisen bekannt und geschätzt, hat auf dem ihm untergebenen Hütten den Cupolofenbetrieb zuerst aus seiner etwas urweltlichen Verfassung heraus und in eine mehr den neueren Anforderungen gemässe Lage gebracht und dabei die Cokes von Ostrau eingeführt. Die Herren Hüttenverwalter Obtulowicz in Trzinietz, Kuhlo in Ustron arbeiten im selben Sinn rüstig weiter.

**) Diese Ziffer galt für die Jahre 1863—66; nach Fertigstellung der Kaschau-Oderberger Bahn, die damals lebhaft erstrebt wurde, ist der Consum des ungarischen Eisens bedeutend

Digitized by Google

Trzinietz und Baszka gehörige Hochofenanlage bei Saypusch in Galizien, Wegierska Górka, (spr. Wengierska Gurka), die ebenfalls Töpfe, Oefen, Röhren und andere currente Gusswaaren fertigt, ist in der Lage, vermittelst der Dzieditz-Bielitzer Zweigbahn Eisensteine und Erze aus den Revieren von Jaworzno, Ploki, Lgota im Krakauischen Gebiete, vermittelst der neueren Linien Oswiecim-Neu-Berun-Myslowitz und Dzieditz-Schoppinitz, sogar Erze aus den preussisch-oberschlesischen Revieren zu beziehen, und verhüttet ausserdem noch die etwas reicheren Thoneisensteine aus dem Karpathensandstein von Saypusch und Kamesnica.

Auf den übrigen Eisenwerken des Wadowicer Kreises, z. B. Sucha und Makow, sah der Verfasser 1857 noch ungarische Spatheisensteine verhütten, welche überschläglich 10—15 Meilen gefahren werden mussten — solche Mühe gab man sich, solche Opfer brachte man, um das Eisen zu verbessern.

§. 25. Unter allen Eisenhütten des mährisch-schlesichen Grenzlandes ist das dem Hause Rothschild gehörige Werk zu Witkowitz bei Mährisch-Ostrau das bemerkenswertheste. Weil daselbst ein bedeutender Hochofenbetrieb mit dem ältesten und noch jetzt einem der grössten Schienenwalzwerke Oesterreichs, einem sehr bedeutenden Stahlwerke und einer ausgedehnten mechanischen Werkstätte zu einem Ganzen vereint ist, so findet man auch das Giessereiwesen, theils zum eigenen Bedarf, theils zur Darstellung des Gusses für die Maschinenfabrik eingerichtet, auf einer hohen Stufe. Demjenigen aber, der die Eisensorten Ungarns kennen lernen und ihre Mischung mit den verschiedensten in- und ausländischen Roheisensorten angewendet sehen will, ist die Witkowitzer Giesserei ganz besonders zu empfehlen.

Die Gründe, warum der Roheisenlager-

---

gestiegen und es begann gleichzeitig der Import ungarischer Erze nach Norddeutschland.

Digitized by Google

platz in Witkowitz eine solche Mannigfaltigkeit besitzt, sind folgende:

Der Walzwerksbetrieb in Witkowitz erfordert wegen seiner eigenthümlichen Lage gegenüber der Maschinenfabrik, die sich sehr viel mit umfangreichen Brücken- und anderen Eisenbahnhochbauten abgiebt, einen grossen Vorrath der verschiedensten Eisensorten und es liegt um so näher, auch für den Giessereibedarf die verschiedenen gekannten und bewährten Marken zu verwenden, sobald bestimmte Anforderungen an die Gusswaaren gemacht werden.

Das eigene Eisen wird fast gar nicht zur Giesserei verwendet, sondern geht zur Walzhütte, wo es mit anderem guten Eisen immerhin leidliche Resultate giebt und zu Bahnschienen, so wie zu ordinärem Stabeisen verwendet werden kann. Seine Qualität ist fast dieselbe, wie die im vorigen §. erwähnte, doch nimmt man hier bereits Erze aus dem Altvatergebirge zum Hochofenbetrieb, so dass die auch für den Puddelprozess nicht ganz günstigen Resultate desselben wenigstens etwas gebessert werden. Diese reicheren Geschicke sind Magneteisensteine, blättrige und körnige Eisenglanze, Braun- und Thoneisensteine und kommen in der Gegend von Troppau im Glimmerschiefer vor.

Witkowitz ist ferner einer der Orte, wo die Verwendung der Schlacken des Walzwerksbetriebes durch den verstorbenen Carl von Mayrhofer zuerst in grösserem Maassstabe eingerichtet wurde. Man beschickte die Hochöfen mit $^2/_3$ Schlacken und $^1/_3$ Eisenerzen, wodurch ca. 40 Proc. Ausbringen erzielt, aber ein meist weisses Eisen erblasen wurde. Im Jahre 1863 wurde der eine Hochofen auf ausschliessliche Verwendung von Schlacken zugestellt und angeblasen. Nur die Ueberzeugung, dass ein bis auf 350,000 Ctr. Produkte ausgedehnter Walzwerksbetrieb unter dem hierzu nothwendigen Material von nahe $^1/_2$ Million Ctr. Roheisen auch 100,000 Ctr. schlechteres, aber billiges Eisen

Digitized by Google

ohne Nachtheil verarbeiten kann, wenn der Rest aus besonders gutem ungarischen und oberschlesischen Eisen besteht, konnte diese Erweiterung des Schlackenschmelzens gutheissen und gestatten.

Die Urtheile der dortigen Walzwerksbeamten (von welchen der Verfasser damals persönlich einige zu vernehmen das Vergnügen hatte) verhiessen dem neuen Hochofenprodukt nicht gerade die günstigste Aufnahme, und man war allgemein der Ansicht, dass seine Verwendung nur bei Herstellung von bestimmten geringeren Eisensorten und selbst dann nur im Verein mit ungarischem u. a. Eisen möglich sei.*)

§. 26. Wir kommen jetzt auf das im höchsten Grade interessante und für den deutschen Osten wichtige Hochofenprodukt des Königreichs Ungarn. Alles ungarische Roheisen, auch das, was in Witkowitz sowohl, als auf den meisten nicht ungarischen Werken verwendet wird, stammt grösstentheils aus dem gebirgigen nördlichen Theil des Kronlandes.

Das Gömörer und das Zipser Comitat liefern eine Fülle des besten Eisens und wären im Stande noch mehr zu liefern, wenn die Verbindung der Produktionsorte einerseits mit den Kohlenbezirken, andererseits mit den Handelsplätzen der Monarchie und des Auslandes eine bessere und billigere wäre.

Auf drei Wegen hauptsächlich gelangt das oberungarische Eisen in den Handel, durch Verschiffung auf der Waag von Hradek an, dann durch Verfrachtung auf der ungarischen Bahn in Kaschau nach Pesth, endlich durch Verfrachtung auf der Kaschau-Oderberger Bahn, die einem lebhaft gefühlten Bedürfniss leider viel zu spät abgeholfen hat. Der Verkehr von den einzelnen Hochofenhütten nach den Stapelplätzen und nach den näheren

*) Wohin die ausgedehnte Wiederverwendung der Frischereischlacken führt, zeigen die Resultate des Hochofenbetriebes (Charleroi, Chatelineau etc.) an der Sambre in Belgien; es giebt kaum ein schlechteres Material als diese fontes de crasse.

Digitized by Google

und weniger bedeutenden Consumorten wird durch gewöhnliches Fuhrwerk vermittelt.

Auf diese Weise geschah früher der Transport von Sillein an der Waag nordwärts nach den schlesischen und mährischen Walzhütten und Giessereien. Es war hiernach leicht einzusehen, dass der unvermeidliche Aufwand für Transportkosten bis in die neuere Zeit ein hauptsächliches Hinderniss für die Verbreitung des ungarischen Eisens bildete.*)

§. 27. Die oberungarischen Hochofenwerke scheiden sich, wie eben erwähnt, in zwei Gruppen. Wir müssen dabei auf die Lage der Bergbaue zurückgehen, denen sich die Hüttenwerke meist angeschlossen haben.

Zusammen sind mehr als 1000 Gruben im Gange und noch unberechenbare, jetzt auch noch vielfach unbenutzbare Schätze an werthvollen Erzen sind in den Gebirgszügen zwischen Waag, Gran, Hernad und Poprad verborgen. Abgesehen von dem häufigen Vorkommen von Spatheisenstein als Ausfüllungsmasse edlerer Lagerstätten des ungarischen Erzgebirges im Sohler Comitat, kommen die Eisenerze in mächtigen selbstständigen Lagerstätten vor.

---

*) Den Jablunkapass und die übrigen Uebergänge über die Beskiden passirten 1863 jährlich mehr als 1 Million Centner Roheisen in meist einspännigen Fuhren. Wenn man auch die Fuhrlöhne nur halb so hoch rechnet. als sie in Oberschlesien für Eisentransport gezahlt wurden, so verschlang der kaum 12 Meilen lange Trajekt von Ostrau nach Sillein und den anderen Stapelorten an der Waag über 200,000 Thlr. Transportkosten, die im Eisenbahnwege sich auf ca. 50,000 Thlr. ermässigt haben würden, wenn die Kaschau-Oderberger Bahn nicht auch an mangelhaften Tarifeinrichtungen laborirte. Zu bemerken ist noch, dass die Stapelorte des ungarischen Eisens folgende sind:

1) für die westlichen Hochofenbezirke (in Sohl und Liptau) und für den westlichen Export überhaupt Hradek an der Waag, im Besitz des Erzherzogs Albrecht zu Teschen, unweit des Hauptortes der Liptau, Szent Miklos, belegen;

2) für den östlichen Hochofenbezirk (Zips und Gömör) und für den Bahnexport nach Pesth, so wie nach Galizien — Poprad am Poprad, einer der freien Orte der Zips.

Die meisten Käufe werden daher auch franco Hradek, Poprad und franco Pesth abgeschlossen.

Digitized by Google

In Verbindung mit den körnigen Kalken und dem Glimmerschiefer des Polanogebirges an der Gran, östlich von Neusohl, treten bei Libethen u. a. a. O. Brauneisensteine von 36—40 Proc. auf, manchesmal durch Kalkmergel verunreinigt. Am Magnetberg von Theissholz, s. von Libethen, kommt Magneteisenstein mit Kiesen, Bleiglanz und Blende vor.

Die Ausbeute dieser 2 Lagerstätten wird u. A. auf den Hochofenwerken zu Libethen und Pojnik zu Gute gemacht.

Bei Bisztra kommt ebenfalls ein Brauneisensteinlager vor, welches den Bedarf für den in der Metallurgie bekannten Rhonitzer Hochofen liefert. Im Mlinathal und bei Ballogh treten reinere Lagerstätten, aus Spatheisenstein und Brauneisenstein bestehend, auf, welche ebenfalls in Rhonitz verschmolzen werden.

Die Hauptlagerstätten des Gömörer und Zipser Comitats, welche das bedeutendste Material zur Roheisendarstellung liefern, sind in Kurzem folgende:

1) Die Eisensteinlagerzüge des aus krystall. Schiefern bestehenden Zelezniker Gebirgsrückens

Der nördlichere bei Zeleznik selbst besteht aus 30—42 Proc. haltigem Brauneisenstein, stellenweise mit mildem rothen Thoneisenstein in Putzen neben tauben Mitteln. Der südlichere Zug bei Hakos besteht aus reinem festen Brauneisenstein.

2) Die Lagerzüge des Banyoldaler Gebirges, ebenfalls im Bereich der krystallinischen Schiefer auftretend; die Hauptausfüllungsmasse ist Spatheisenstein, von Fahlerzen, Nickel- und Kobalterzen begleitet.

Von den eben erläuterten Lagerstätten werden sämmtliche Hochofenwerke in Gömör und Zips mit Erzen versorgt. Unter den auf über 30 sich belaufenden Werken heben wir nur diejenigen hervor, deren Produkte exportirt werden und einen vorzüglich guten Ruf besitzen: Csetnek (Graf Keglowits), Rhima-Muranyi, Rhedowa, Dobschau,

Digitized by Google

Bethler, Wagendrüssel, Prakendorf, Krombach, Göllnitz, Schmögen, Iglo, Jaworina.

Unter diesen Werken liefern diejenigen das beste Roheisen, welche die Brauneisenerze des Zelezniker Zuges verarbeiten, z. B. Rhima-Muranyi oder solche, welche die Spatheisensteine der anderen Lagerstätten in engen und hohen Zustellungen zu Gute machen.

Vor Allen sind Csetnek und Krombach, dann Prakendorf und Schmögen in gutem Ruf und das von diesen Hochöfen erzeugte Roheisen liefert zum grössten Theil das Material zu den bekannten Schalenrädern der Ganz'schen Fabrik in Ofen.

In dem k. k. Artillerie-Arsenal zu Wien sah der Verfasser nicht unbeträchtliche Vorräthe von Krombacher und Schmögener Eisen, welches dort als namhafter Zusatz bei dem Kanonenguss ausgezeichnete Dienste leistet.

§. 28. Das ungarische Roheisen hat Eigenschaften, die es für gewisse Zwecke unschätzbar machen, daneben aber auch solche, die eine grössere Vorsicht bei seiner Verwendung, namentlich eine genaue und strenge Auswahl unter den vielen Arten nothwendig erscheinen lassen.*)

Es ist klar, das bei den Massen von Eisen, die in Ungarn erblasen werden, bei der im vorigen Paragraph hervorgehobenen Mannigfaltigkeit der Erzvorkommnisse und deren Beimengungen unter den dortigen Roheisensorten dieselbe, wenn nicht noch mehr Verschiedenheit existiren muss, als unter den Hochofenprodukten anderer Hüttenbezirke.

Rohe, geröstete, oft auch verwitterte Spatheisensteine, Roth- und Brauneisensteine in allen Spielarten bilden das Material der

*) Man findet meist unter den Nichtkennern der ungarischen Hochofenverhältnisse Leute, die, anfangs unbedingt auf ungarisches Roheisen vertrauend, bei der wirklichen Verwendung arg getäuscht worden und nun ebenso blind und eifrig bemüht sind, überall gegen die Anwendung ungarischen Eisens zu Feld zu ziehen, als sie früher seine Vortrefflichkeit erhoben hatten.

Digitized by Google

Hochofenhütten. Die schlechten Communicationsmittel machen ein wechselseitiges Austauschen der Erze zum Zweck einer rationellen Gattirung nicht möglich — wie es in Rheinland-Westphalen und Nassau allgemein s. Z. der Fall ist. Manche Hochöfen arbeiten mehr auf Frischroheisen und Rohstahleisen, nur Wenige erblasen ein dunkleres, graphitreicheres, zum Vergiessen brauchbareres Produkt. Dazu kommt noch, dass die Hütten selbst fast nie direkt, sondern durch Unterhändler verkaufen, welche nur Kaufleute sind und ihres Geschäftes wegen bestrebt sein müssen, die gemachten Einkäufe an den Mann zu bringen. Es wird oft billig gekauft, obgleich hinterher das gekaufte Produkt nicht einmal den billigen Preis werth ist.

Dabei ist unvermeidlich, dass in Ansehung der Eigenthümlichkeiten verschiedener Marken eine Verwirrung entstehen muss, in welcher der Consument, also die kaufende Giesserei, immer den Kürzeren zieht.

Von competenter Seite ist dem Verfasser stets empfohlen worden, die Hochofenwerke zu bereisen, die ihm convenirenden Bestände sofort zu kaufen und womöglich selbst zu verladen.

§. 29. Allein lässt sich das ungarische Eisen nicht zu allen Artikeln der Giesserei verwerthen; am Vorzüglichsten eignet es sich zu Maschinentheilen, namentlich zu solchen, die viel Festigkeit besitzen müssen. Zum Hartguss ist es nicht immer zu verwenden, da es leicht zu hart und dann zu spröde wird. Wie alles Eisen, welches aus leichtflüssigen Beschickungen erblasen und bei möglichst niedriger Temperatur im Hochofen dargestellt wird, hat es viel Neigung zum Weisswerden und es hält schwer, den richtigen Zeitpunkt zum Guss zu treffen. Trotzdem gelingt es, halbirtes ungarisches Eisen durch Umschmelzen im Cupolofen bei guten Cokes und warmem Wind grau zu machen und ihm jede Neigung zum Abschrecken zu nehmen.

Offenbar hat dann der Graphitgehalt zugenommen; die grössere Hitze des Cupolofens, durch gute Cokes und warmen Wind in hinreichender Menge und von

Digitized by Google

geringer Pressung gesteigert, äussert meist in dieser Weise ihren Einfluss auf helle Eisensorten.

In Witkowitz, wo umfangreiche Versuche mit der Darstellung von Hartguss aus ungarischem Eisen gemacht worden sind, hat man das öftere Vorkommen von sogenannten Hartborsten, d. h. Rissen innerhalb der abgeschreckten Zonen, beobachtet und deshalb hauptsächlich den Hartguss aufgegeben.

Diese Erscheinung beruht wohl nur auf einer überall beobachteten Grundeigenschaft des ungarischen Eisens; dasselbe schwindet bedeutend stärker, als sonst das Holzkohlenroheisen, oft sogar übertrifft es darin das bei heissem Wind erblasene Cokesroheisen. Man ist selbst bei kleinen Stücken gezwungen, Saug- oder Pumptrichter anzubringen, um innerhalb des Gussstückes die nothwendige Dichtigkeit zu erhalten.

Dadurch vertheuert sich die Anwendung des ungarischen Eisens, indem die Giessereiabfälle sich vermehren und der Abbrand ein grösserer ist.

Noch muss eine eigenthümliche Erscheinung bei dem dunklen ungarischen Roheisen hervorgehoben werden, die schwerer zu erklären ist. Auf dem frischen Bruch beobachtet man sternförmige Zusammenhäufungen dunkelgrauer, glänzender Krystallblättchen, die in der dichteren und helleren Masse zerstreut, derselben das Ansehen eines porphyrartigen Gemisches geben.

Im grauen gaarerblassenen Eisen aus Rasenerzen findet man häufig ähnliche Erscheinungen und tritt alsdann auch jedesmal eine starke Absonderung von Gaarschaum auf dem flüssig gewordenen Eisen auf, sobald es, aus dem Hochofen geschöpft oder abgestochen, zu erkalten anfängt. Man sagt wohl, das Eisen stösst Schaum aus.

Ein solches Eisen wird meistens durch Umschmelzen weiss und kann nicht allein zum Vergiessen gebraucht werden.*)

---

*) Die vorstehenden leider nur lückenhaften Bemerkungen über das ungarische Eisen, seine Eigenschaften und seine Ver-

Digitized by Google

§. 30. Die meisten Giessereien in den deutsch-österreichischen Ländern verbrauchen ausser dem ungarischen, dem schlesischen und anderem ausländischen Eisen meistens steyrisches und kärnthner Eisen.

Dasselbe hat einen noch begründeteren Ruf, als das ungarische Eisen und eine ebenso bedeutende Zukunft, da es neuer Verkehrswege wie jenes nicht einmal bedarf, um den inländischen Markt zu beherrschen; die Leitung des Hochofenbetriebes geschieht ausserdem mit solcher Vorsicht und solcher steten Aufmerksamkeit auf die erzielten Resultate, dass das steyerische Eisen zu besseren Produkten immer ein gesuchtes Material bleiben muss, selbst wenn andere ähnliche Eisenarten an denselben Verkaufsplätzen im Preise concurriren würden. Das steyerische und kärnthner Eisen eignet sich namentlich zur Darstellung von sehr zähem und festem Guss, zu Dingen, welche, wie Kanonen, Walzwerkstheile, Hämmer u. s. f. oft einem plötzlichen und unveränderlichen Drucke ausgesetzt werden. Für schwächere Waare ist es zu wenig dünnflüssig und noch zu kostbar; es schliesst sich darin dem oberungarischen Eisen an und wird wie dieses meist zu Maschinentheilen und Baugusswaaren verarbeitet.

Es wird aus demselben Grund auch nur ein kleiner Theil des in Steyermark erzeugten Eisens zum Vergiessen und Umschmelzen bestimmt und von über 30 Hochöfen erblasen nur etwa 8 wirkliches Gussroheisen, während die übrigen ein ausgezeichnetes Material für den Frischprozess darstellen.

Die ganze Roheisendarstellung dieser Länder, namentlich in Steyermark, gründet sich auf das

---

wendung sollten ein Beispiel für die zu festem Gusse überhaupt brauchbaren Eisenarten geben, die hier unmöglich alle aufgeführt werden können und zu denen die besseren mitteldeutschen, Harzer und Thüringer, ausserdem eine Reihe der früher im Siegerland und am Rhein erblasenen und viele skandinavische Roheisensorten gehören.

Digitized by Google

häufige und massenhafte Erzvorkommen, welches den östlichen Flügel des oft unterbrochenen Eisensteinlagerzuges der österreichischen Alpen bildet, der sich von Schwaz in Tyrol bis an das Semmeringgebirge, gegen 70 Meilen lang, ausdehnt.

Der Mittelpunkt und die Hauptlagerstätte dieses Zuges ist der zwischen den Thälern der Enns und der Mur liegende sogenannte steyermärker Erzberg, das Eigenthum der Vordernberger und der Innerberger Hauptgewerkschaften. In Niedersteyermark kommen vereinzelte linsenförmige Putzen und Lager im Uebergangsgebirge vor.

Diese leichtflüssigen und dabei schwerreducirbaren Erze werden geröstet und mit eisenhaltigen Zuschlägen in Blauöfen verschmolzen; sie geben bei heissem Wind und etwas übersetztem Gange ein halbirtes, auch weisses, oft luckiges Roheisen, welches als ein ausgezeichnetes Material zur Stabeisen- und Stahlbereitung geschätzt und verwerthet wird.

Bei gaarerem Gang und bei Anwendung von kalter Gebläseluft erhält man ein festes, zähes und bearbeitbares Gussroheisen. Wendet man, wie dieses z. B. auf dem k. k. Gusswerk bei Mariazell geschieht, noch besondere Vorsichtsmassregeln, langsame Abkühlung beim Erkaltenlassen der Abstiche an, so kann die absolute Festigkeit des erzeugten Eisens bis zu einem sehr hohen Grad gesteigert werden.

Bemerkenswerth erscheint, dass bei den Hochofenwerken, welche Gussroheisen zu eigenem Gebrauch oder zum Verkauf erzeugen, gänzlich von dem Verschmelzen der bei den übrigen Schmelzwerken ohne weiteres Bedenken verhütteten Schweissofen- und Frischschlacken abgesehen wird. Man ist dort, wo noch sehr auf die gute Qualität des eignen Hochofenproduktes gehalten wird, jedenfalls der bereits auch in diesem Aufsatz aufgestellten und motivirten Ansicht, dass die Verarbeitung der Frischschlacken im Hochofen der Güte des Eisens gefährlich wird und überall zu vermeiden ist, wenn das Produkt ohne weitere

Digitized by Google

Verfeinerungsprocesse eine verkäufliche oder brauchbare Form annehmen soll.

§. 31. Das eben geschilderte Produkt der steyerischen Gusswerke ist natürlich theurer, als das ohne die im vorigen §. erwähnten Vorsichtsmassregeln dargestellte. Der Kohlenverbrauch nimmt zu, sobald vorzugsweise Gussroheisen erblasen, wird wogegen die Produktion innerhalb derselben Zeit abnimmt, — also ausser dem Materialaufwand auch die Generalunkosten der Fabrikation (für die Gewichtseinheit des Produkts) sich vermehren.

In Rossival's Mittheilungen aus dem Gebiete der administrativen Statistik des österr. Kaiserstaates (VIIIter Jahrg. 1860) findet man Details über die Hochofenverhältnisse Steyermarks, die das Ebengesagte bekräftigen. In Mariazell z. B., wo abwechselnd und auch gleichzeitig in 3 Hochöfen verschiedene Eisensorten dargestellt zu werden pflegen, verbraucht man nachstehende Kohlenmengen:

1 Ctr. erzeugtes halbirtes Frischroheisen erfordert 12,6 Cbfss. Holzkohle,

1 Ctr. erzeugtes gewöhnliches Gussroheisen, erfordert 15,7 Cbfss. Holzkohle,

1 Ctr. erzeugtes Kanonengusseisen, sogenannte Geschützflossen, erfordert 22,1 Cbfss. Holzkohle.

Die Erzgichten betragen nämlich bei einer constanten, auf ca. $15^1/_2$ Cbfss. abgestimmten Kohlengicht: im ersten Fall, wo mit warmem Wind geblasen wird, 280—300 Pfd. gerösteten Spatheisenstein mit 43 Proc. Eisengehalt, dazu 10 Proc. Rohwand (mit 17,7 Proc. Eisen) und 5 Proc. Schiefer (mit 5 Proc. Eisen); im anderen Fall, wo der Betrieb ebenfalls mit warmer Luft erfolgt, 250—260 Pfd. Erz mit demselben Verhältniss an Zuschlägen; im dritten Fall, wo nur mit kaltem Wind gearbeitet werden darf, 160—180 Pfd. Erze und dieselben Zuschläge.

In St. Stephan, einem anderen Gusswerk, verbraucht man zu einem Centner erzeugten Gusseisens

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

16,3 Cbfss. Holzkohlen, wobei die Gicht 292 Pfd. Erz enthält.

Analoge Verhältnisse walten in Kärnthen ob, nur dass der Eisenstein daselbst sich mehr zur Produktion von grauem Roheisen qualificirt. Für beide Hüttenbezirke ist indessen eine neue Zeit durch die Einführung des Cokeshochofenbetriebes hereingebrochen, den sowohl die Kärnthner Gewerkschaft zu Praevali als auch die Innerberger Hauptgewerkschaft zu Schwechat bei Wien in Gang gebracht haben. Diesem Beispiel wird die Vordernberger Communität mit einer Anlage zu Niklasdorf bei Leoben demnächst folgen.

Die Wiener Ausstellung von 1873 brachte bedeutende Beispiele der neuen Richtung und besonders sind es die Produkte von Innerberg, die beweisen, dass man mit geröstetem Flinz auch grobkörniges graues Eisen machen kann.

Wenn hiermit der Kreis der Betrachtung bestimmter Eisenproduktionsverhältnisse geschlossen wird, so geschieht es nicht, weil andere Bezirke als die hier erwähnten, kein Gussroheisen machen können, sondern nur, weil die vielfach durchgebildete Technik jener anderen Bezirke nicht so sehr den Zusammenhang von Material und Produkt erkennen lässt.

So vermögen die Hochöfen des westlichen Deutschlands, des Elsasses, Lothringens und Luxemburgs aus dem ihnen zu Gebot stehenden grossen Sortiment in- und ausländischer Erze alle möglichen Eisensorten, darunter auch Gussroheisen zu erblasen. Die Werke hängen in keiner Weise ab von irgend einer Erzgattung, sie gattiren die Beschickung nach den Anforderungen an das Produkt und haben in Folge dessen mit seltenen Ausnahmen die specifisch lokale Physiognomie verloren, die sie z. Th. früher besassen. Wenn die genannten Werke hier also nicht geschildert wurden, so hat das seinen Grund mehr in der Universalität ihrer technischen Mittel als in einer etwaigen Geringschätzung ihrer Produkte.

Digitized by Google

Abtheilung d. ***Von dem Einfluss der physikalischen und chemischen Kräfte auf das Roheisen und in dem Roheisen und von dem Werth der Resultate solcher Wirkung für den Giessereibetrieb.***

§. 32. Nachdem in der vorigen Abtheilung eine Menge von Roheisenarten geschildert und beschrieben worden sind, dabei auch eine ganze Reihe interessanter technischer Eigenschaften besprochen wurden, bleibt noch auszuführen, in welcher Weise sich die physikalischen und chemischen Agentien **auf** das Roheisen und **in dem** Roheisen äussern und welche Resultate — positiver und negativer Art — für den Giessereibetrieb und die Anwendung des Roheisens in der Industrie aus dieser Einwirkung hervorgehen.

Dabei ist nothwendig, die Grundeigenschaften des Roheisens zu berühren und, nachdem dieselben abgegrenzt sind, ihre Wandlungen unter dem Einfluss der Wärme, des Lichts, des mechanischen Druckes und Zuges und der Anwesenheit verschiedener fremder Körper im Eisen zu beobachten.

Es wird vielleicht manches bereits von anderer Seite Gesagte vermisst, — ältere Sätze und Theorien mussten wiederholt, Vieles fallen gelassen werden —; ein Theil der Besprechung und Beschreibung verschiedener Phänomene gründet sich auf eigene Beobachtungen.

Der Verfasser ist bemüht gewesen, die gemachten Erfahrungen möglichst objectiv zu behandeln und sich bei der Discussion derselben nur auf gründliche Kenner der Natur des Eisens zu stützen.

Wie viel in dieser Beziehung den in wirklichen Beobachtungen reichen Schriften des gediegenen Karsten, des geistreichen Scheerer und anderer namhaften Metallurgen (Tunner, Schott, Rammelsberg u. A.) zu verdanken ist, wissen die Kenner unserer technischen Literatur: sie werden den Einfluss der Lektüre dieser Schriften in dem vorliegenden Abriss wieder finden.

Digitized by Google

1) Die physikalischen Eigenschaften des Roheisens — Farbe, Glanz, Textur, Cohäsion (Härte, Elasticität, Festigkeit, Gewicht).

§. 33. Die Physik, indem sie mit der Lehre der allgemeinen Eigenschaften der Körper die Reihe ihrer Betrachtungen über die Natur beginnt, hat den Weg vorgezeichnet, der hier genommen werden muss. Dabei ist festzustellen, in welcher Folge nach einander die Eigenschaften des Roheisens betrachtet werden sollen. Es wird wohl am Besten so verfahren, wie es der einfachste Gang der sinnlichen Anschauung vorschreibt; gleichzeitig aber ist die Reihe der besprochenen Eigenschaften so angelegt, dass die gezogenen Schlüsse — zuerst ganz allgemeine — nach und nach speciellere werden und immer mehr auf einzelne Fälle gerichtet erscheinen; so gewinnt das anfangs in grossen Umrissen erhaltene Bild des beschriebenen Körpers allmälig durch die hinzutretenden Details Relief und Fülle. Dadurch wird eine ermüdende Wiederholung vermieden und in vollkommen analytischer Weise eine genauere Erkenntniss der Natur des Eisens nahe gerückt.

Jeder Schritt ist eine Frage, die beantwortet sein muss, ehe der nächste gethan werden kann. Allen den oben festgestellten Bedingungen entspricht nachstehende Reihe am besten.

Zuerst betrachten wir die Farbe des Roheisens, dann den Glanz; beide Eigenschaften theilen die zahllosen Spielarten in grosse Gruppen und lassen sich auf einfache und ziemlich klar von einander abgegrenzte Ursachen zurückführen. Dann folgt die Form, die Krystallisation und das Gefüge, zunächst als direkte Resultate der blossen Wirkung der Wärme, resp. der Aenderung des Aggregatzustandes begründet.

Daran schliessen sich das Gewicht, die Theilbarkeit und die auf die Cohäsion zurückzuführenden Eigenschaften der Härte, Elasticität und Festigkeit.

Die Beobachtung der Einflüsse, welche Wärme, Licht, Elektricität und Magnetismus auf das Eisen

Digitized by Google

ausüben, vermittelt den Uebergang zu der Chemie des Roheisens.

Bei letzterem Abschnitt, worin besonders die neuen Ermittelungen und Mittheilungen J. Percy's, in das Deutsche übertragen durch Dr. Wedding, viel Licht verbreitet haben, soll noch speciell auf die Resultate des Hochofenprozesses eingegangen werden.

aa) Von der Farbe des Roheisens; graues, weisses und halbirtes Roheisen; Vorzüge und Nachtheile einzelner verschiedengefärbter Sorten für den Giessereibetrieb.

§. 34. Von der Farbe des Roheisens ist zuerst die Rede, weil in der Wahrnehmung derselben die einfachste sinnliche Operation bei der Beobachtung eines Körpers besteht und weil bei dem zunächst vorliegenden Zwecke die Farbe ein sicheres Unterscheidungszeichen der vorzugsweise brauchbaren und nicht brauchbaren Roheisenarten abgiebt.

Wie bereits allgemein anerkannt und festgestellt, übt der Kohlegehalt des Roheisens und die Modifikation seines Auftretens den Haupteinfluss auf die hervorstechendsten Eigenschaften und auch auf die Färbung desselben aus. Man unterschied längst schon graues von weissem Eisen, schrieb indess die beiden Farben derjenigen Erzgattung, von welcher das Roheisen gefallen war, und den jeweiligen Zufällen bei dem betreffenden Hochofenbetriebe zu, da man noch nicht die Kunst verstand, aus allen Erzen Eisen von jeder beliebigen Farbe darzustellen.

Der Graphitgehalt und sein Auftreten ist nothwendig, um dem Roheisen eine dunkle Farbe zu geben, und die gänzliche Abwesenheit desselben begründet den Begriff des weissen Eisens.

Die Frage: Wann entsteht im Hochofen graues, wann weisses Roheisen, hat bereits im §. 2 dieses Abschnittes ihre Erledigung in soweit gefunden, als dabei von verschiedenen Beschickungen die Rede ist; bei gleichen Erzen treten nur in dem Falle verschiedene Färbungen des erblasenen

Digitized by Google

Produkts auf, wenn auf den Gang des Ofens durch verschiedene technische Hilfsmittel energisch eingewirkt worden ist. Im Allgemeinen fällt immer weisses Eisen, sobald die Kohlungszone in das Gestell heruntergezogen wird und die Schmelz- und Verbrennungszone wenig ausgebildet sind. Graues Eisen dagegen wird producirt, wenn die Schmelz- und Verbrennungszone bei gewöhnlicher Ausdehnung der Kohlungszone ihre grösste Ausbildung erreichen.

Daraus erhellt, dass die Graphitausscheidung und die Darstellung des grauen Roheisens bei einer höheren Temperatur stattfindet, als in der noch auf der Rast des Ofens beginnenden Kohlungszone herrschen muss. Bei der Chemie des Eisens wird das Vorkommen und die Natur des Graphits specieller besprochen.

Beide Eisensorten, die weisse sowohl, als die graue, scheiden sich nach ihren übrigen Eigenschaften in vielfache Spielarten, von denen uns die meisten der für den Giessereibetrieb brauchbaren bei der Betrachtung der Roheisenspecien verschiedener Länder bekannt wurden.

Ausser grauem und weissem Eisen giebt es Gemische beider Färbungen im Eisen, die sich wiederum auf wesentlich zweierlei Weise äussern. Ein vorherrschend weisses Eisen enthält graphitische dunkle Punkte und Flecken eingesprengt oder ein dunkles Eisen ist von einem feinen weissen Geäder durchzogen, das nach der Oberfläche des Eisenstückes zu einer zusammenhängenden Rinde sich vereint.

Beide Erscheinungen nennt man halbirtes Eisen. Man bezeichnet alsdann dasjenige Eisen, welches mehr weiss als grau ist, mit dem Prädikat „stark", das dunklere dagegen mit dem Prädikat „schwach" halbirt, ohne durch diese Ausdrücke etwas anderes als eine oberflächliche Verständigung über das Aussehen des Eisens zu bezwecken.

Zeigen die einfarbigen Eisensorten, die weissen und die grauen, eine grosse Zahl von Abstufungen in der Farbennüance und dem Aussehen, so ist die

Digitized by Google

Mannigfaltigkeit unter den halbirten Sorten eine noch weit grössere.

Von dem fast unkenntlichen Dasein eines weissen Netzwerks im grauen Eisen bis zum Vorherrschen der weissen Farbe und dem (porphyrartig eingesprengten) Vorkommen dunkler Punkte darin reihen sich unzählige Gemische, durch Farbe, Grösse und Gruppirung der Gemengtheile von einander aufs Genaueste unterscheidbar.

Da es hier nur auf die für Giessereizwecke verwendbaren Gemische ankommt und da deren Brauchbarkeit von bestimmten Eigenschaften abhängt, die sich im Aeussern wohl an der Farbe erkennen lassen, die aber doch schärferer Kriterien zum Nachweis ihres Vorhandenseins bedürfen, erscheint es nicht nöthig, die Färbungen des Eisens noch eingehender zu behandeln.

Der Satz: je dunkler das Eisen, je besser zum Giessereibetrieb, ist schon mehrfach betont worden; das weisse Eisen ist dagegen vollständig unbrauchbar und werthlos. Künstliche Gemische beider Sorten gerathen nicht immer; sollen daher die Eigenschaften beider in einem Gegenstand zur Geltung kommen, so wählt man halbirte Eisensorten, die einen homogenen Guss geben.

bb) Von dem Glanz des Roheisens; seiner Wichtigkeit bei der vorläufigen Bestimmung der Qualität einer Roheisensorte.

§. 35. Die Beobachtung des Glanzes auf dem frischen Bruch des Roheisens schliesst sich unmittelbar an die Wahrnehmung der Farbe an. Daraus folgt nicht, dass Farbe und Glanz in einer gegenseitigen Beziehung stehen; im Gegentheil, beide sind vollkommen unabhängig von einander.

Es giebt graues und weisses Eisen, die im Grade des Glanzes mit einander wetteifern; eben so findet man unter beiden Hauptclassen von Roheisen Sorten, bei denen der Glanz ausserordentlich abnimmt und fast

Digitized by Google

verschwindet. Mit der blendend silberähnlichen Farbe des reinsten weissen Eisens ist immer ein lebhafter spiegelnder Glanz verbunden, während das unreinere weisse Eisen einen matten trüben Glanz zeigt, wenn auch die Farbe nahezu dieselbe ist.

Dunkelgraues graphithaltiges Eisen aus reichen und reinen Erzen bei gaarem Gange dargestellt und langsam erkaltet, zeichnet sich durch einen lebhaften, wenn auch dunklen Glanz auf den grobkörnigen Bruchflächen aus, während eben so dunkles Eisen durch einen erdigen matten Schimmer auffällt.

Hiernach wäre der lebhafte Glanz mehr noch, als die dunkle Farbe ein Merkmal der guten Qualität und der Reinheit des Eisens. Es ist wenigstens eine allgemeine Erfahrung und auch aus den früher angeführten zahlreichen Beispielen zu ersehen, dass schlechte Sorten sich fast immer durch matten Glanz auszeichnen. Die Ursachen der verschiedenen Grade des Glanzes sind schwer darzulegen, da sie mit den noch dunklen Krystallisationsverhältnissen des Eisens zusammenhängen und daraus allein erklärt werden können.

So viel sei hier festgestellt: Unter zwei Eisensorten von derselben Farbe ist diejenige besser, welche auf dem frischen Bruch den lebhaftesten Glanz zeigt.

Der Satz lässt sich beweisen, ohne späteren Details vorzugreifen. Der natürliche Glanz bei den Metallen ist ein Resultat der Krystallisation, wie bei den meisten Körpern überhaupt. Eine Krystallfläche, namentlich aber ein Blätterdurchgang, ist immer in einem gewissen Grade glänzend. Im Eisen treten also auch Krystallbildungen auf, wenn man auf dem Bruch starken Glanz bemerkt. Je grösser der Glanz, desto deutlichere Krystalle lassen sich annehmen, je weniger ist das Krystallisiren durch fremde Einflüsse gestört worden.

Da nun die im Roheisen krystallisirenden Körper Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff zu sein scheinen, die nach allen Erfahrungen dem Roheisen die technische Verwendbarkeit ermöglichen, so folgt

Digitized by Google

von selbst, dass stark glänzendes Eisen diese „gutartigen“ Gemengtheile in grösserer Menge und freier ausgebildet enthalten muss, als Roheisen von mattem Bruch, und dass der starke Glanz ein ganz untrügliches Kennzeichen für die Güte des Eisens ist.

Bei diesem Theile der Diagnose des Roheisens ist allerdings noch die Vorsicht zu beobachten, dass man genau untersucht, ob das Eisen in allen seinen Theilen diesen Glanz zeigt oder ob nicht vielleicht besondere Erstarrungsverhältnisse eine Absonderung glänzender Krystallbildungen inmitten mattglänzender Massen hervorgerufen haben.

Es ist dem Verfasser aus den Jahren 1863/64 ein Fall bekannt geworden, wo man durch eine derartige Aufmerksamkeit einer beabsichtigten Täuschung entging.

Es wurde von einem Händler eine Probe Roheisen vorgelegt, die sich durch ungewöhnlich grobe Graphitausscheidungen und einen sehr starken Glanz auszeichnete.

Durch eine fast unmerkliche Ungleichheit in der Textur, die auf besondere Erstarrungsumstände zu deuten schien, aufmerksam und misstrauisch gemacht, entdeckten die zum Ankauf anfangs geneigten Personen bei näherer Untersuchung mattere Partien von heller Farbe, die ganz das verdächtige Aussehen des sogenannten „trockenen“ Eisens hatten, welches bei hohem Satz und sehr heissem Wind aus strengflüssigen Erzen mit Schlackenzusatz erblasen wird.

Die Probesendung, die später eintraf, entsprach in ihrer durchgängig schlechten Qualität vollkommen den gehegten Befürchtungen.

Es scheint hiernach festzustehen und auch andere Erfahrungen sprechen dafür, dass bei Gemischen von zwei verschiedenen Eisensorten, überhaupt bei halbirtem Eisen nur dann beide Gemengtheile den höchsten Grad des jedem derselben eigenthümlichen Glanzes besitzen, wenn sie hinreichend rein und ohne schädliche Beimischungen dargestellt sind. Wenn durch das

Digitized by Google

Vorherrschen des besseren, durch Glanz ausgezeichneten Bestandtheils die Bruchfläche des Eisens bei oberflächlicher Untersuchung eine günstige Meinung erweckt, so ist dennoch zu untersuchen, ob nicht eigenthümliche Darstellungsverhältnisse und Erstarrungsumstände auf ein sonst wenig brauchbares Material eingewirkt und dasselbe äusserlich verändert haben.

cc) Von der Textur des Roheisens, ihrer Beziehung zur Krystallisation; Varietäten der Textur; Ableitung derselben aus dem Erstarrungsprozess und anderen Umständen; Versuche von Clark, Erfahrungen von Prinsep, Karsten, Guettier und Wiebe.

§. 36. Wichtiger als Glanz und Farbe mit ersterem in der Ursache verwandt, ist die Textur des Roheisens. Zuerst ist der Begriff, den man mit dem Ausdruck Textur verbindet, fest zu bestimmen, da derselbe zu den Kunstausdrücken gehört, die häufig und dann meist falsch gebraucht werden.

Textur oder Gefüge ist die sichtbare Folge der Anordnungen der Moleküle eines Körpers; in den meisten Fällen also das direkte Resultat der Krystallisationsverhältnisse. Da dieselben bei allen Körpern sich durch chemische Einflüsse modificiren lassen, da die chemische Constitution des Roheisens eine sehr veränderliche ist, so werden wohl selten bei einem und demselben Körper so viele verschiedene Texturen beobachtet, als gerade bei dem Roheisen, und ist nirgend der praktische Werth der richtig erkannten Textur so gross als hier.

Ausschliesslich auf eine bestimmte Krystallform zurückzugehen, erscheint bei der Analyse der Texturverhältnisse des Roheisens deshalb nicht geboten, weil

erstens die wirklich beobachteten Krystalltheile, Flächen und Winkel, noch nicht in die zur rein wissenschaftlichen Behandlung des Gegenstandes nothwendige Uebereinstimmung zu bringen sind;

zweitens aber für die krystallo-chemischen Verhältnisse des Eisens der rechte Ausdruck bisher noch weniger gefunden worden ist.

Digitized by Google

Fasst man alle bekannt gewordenen Beobachtungen zusammen, so wurden bis jetzt im Roheisen wesentlich zweierlei Krystallisationserscheinungen ermittelt:

Bei dem grauen Roheisen fand man eine farrnblätterähnliche, gestrickte Zusammenhäufung glänzender Krystallindividuen von nicht messbarer Grösse. Diese Erscheinung kommt vor, wenn dichtes graues Eisen in dicken Massen erstarrt und sich durch das „Saugen" des erkaltenden Metalles hohle Räume bilden.

Man findet diese Krystallhöhlen fast immer, wenn man von Walzen oder Geschützen die „verlorenen Köpfe" abschneidet. Wenn das Eisen hierzu besonders dicht war und die Eingusscanäle, die von dem Flammofenstich nach der Form führen, recht vollgelaufen sind, so kommt es vor, dass bei dem Zerschlagen der Läufe in noch halbweichem Zustande die Bruchflächen mit Netzwerken gestrickter Krystalle bedeckt erscheinen. Nicht jedes graue Eisen hat Neigung zur Krystallisation; je geringer der Graphitgehalt ist, um so eher tritt diese Erscheinung ein; wenn verlorene Köpfe beim Nachsaugen mit hitzigem grauen Eisen vollgegossen werden, erhält man ein grobblättriges Gefüge, aber keine Krystalle.

Bei dem halbirten und weissen Eisen, z. B. in den starken Gänzen steyerischer und anderer Spiegeleisensorten, finden sich, aus zerflossenen Flächen hervortretend, scharfe Kanten und Winkel, oft aus blossen Rudimenten bestehend und in der Art der Krystallskelette ausgebildet, von starkem Glanz und in den schönsten Farben angelaufen. Aehnliche Erscheinungen bilden sich, wenn bei dem langsamen Schmelzen in einem (schlechtziehenden) Flammofen zu grauem Eisen sehr weisses Eisen gesetzt wird. Das Letztere wird durch die oxydirende Wirkung des langsamen Schmelzens einem stahlartigen Zustande näher gebracht und verliert mit der vollkommenen Schmelzbarkeit auch die Fähigkeit, sich mit anderem Eisen vollkommen zu mischen.

Es vertheilt sich in der Form von strengflüssigen

Digitized by Google

Flocken im Metallbad und dieselben geben nach dem Erstarren die sogenannten harten Stellen oder Stahlknoten. Auf der Oberfläche solcher Stahlknoten, wo sich dieselben an den Rand einer starken Blechwalze angelegt und wo durch das Schwinden des umgebenden Eisens sich Höhlungen gebildet hatten, beobachtete der Verfasser glänzende Flächen- und Kantenrudimente, welche Krystallindividuen von $^1/_8$—$^3/_{16}$" Grösse anzugehören schienen und die in den herrlichsten Farben spielten.

Das innere Gefüge der Stahlknoten war splittrig und glänzend, die Farbe silberweiss, die Härte so bedeutend, dass an ein Abdrehen des Stückes nicht zu denken war. Das steyerische luckige Floss entspricht ungefähr diesen bei häufigem Umschmelzen harten Eisens sich leicht bildenden Stahlknoten und Stahladern.

§. 37. Man unterscheidet bei dem Roheisen grob- und feinkörniges, blättriges, strahliges, zackiges, gleiches, ungleiches **Gefüge.** Ein anderer Ausdruck, der im Grunde dasselbe bedeutet, ist die nähere Bezeichnung des „Korns" oder des Bruches (da auf der frischen Bruchfläche allein sich die Textur genau beobachten lässt und deren Beschaffenheit immer von der Form eines Korns, d. h. eines sichtbaren Krystallindividuums abhängig ist).

Die Textur des Roheisens hängt, wie schon gesagt, hauptsächlich von der Krystallisation ab, diese wieder von der Art der Erstarrung, d. h. von der Summe der Umstände, die auf den Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand Einfluss haben.

So verschieden die Umstände sein können, unter denen das Roheisen erstarrt und krystallisirt, eben so verschieden fällt die Textus aus. Diese Einflüsse sind nicht immer äusserlicher Natur, sie sind häufig durch die chemische Zusammensetzung des Roheisens, also indirekt durch die Eigenthümlichkeiten des Erzeugungsprozesses bedingt.

Aus alle Dem geht hervor, dass die Bestimmung und Erklärung eines Gefüges durchaus kein

Digitized by Google

leichtes ist, es muss dabei auch den äusseren Umständen in ausgedehntester Weise Rechnung getragen werden.

Da dieselben sich in ihren Wirkungen bei allen Eisenarten ziemlich gleich bleiben, so betrachten wir sie hier vorzugsweise um so mehr, als die Kenntniss dieser Umstände an sich schon einen wesentlichen Theil der Giessereitechnik ausmacht. Dahin gehören auch die durch künstliches Herbeiführen bestimmter Verhältnisse hervorgerufenen willkürlichen, einem bestimmten Zweck entsprechenden Aenderungen der Textur, deren man sich bedient, um ein im rohen Zustande wenig brauchbares Material besonderen Anforderungen gegenüber zu verändern und denselben anzupassen.

Beobachtet man die Erstarrung des flüssig gemachten Roheisens, so kann man nachstehende 4 Modifikationen des Festwerdens constatiren:

1) Das Eisen wird bei grosser Hitze geschmolzen und langsam erkaltet;

2) das Eisen wird bei grosser Hitze geschmolzen und schnell erkaltet;

3) das Eisen wird bei geringer Hitze geschmolzen und langsam erkaltet;

4) das Eisen wird bei geringer Hitze geschmolzen und schnell erkaltet.

Diese vier Modificationen des Flüssigwerdens und Erstarren, geben auch vier verschiedene Arten des Korns, auf die wir näher eingehen müssen. Im selben Stück Eisen finden sich indessen oft verschiedene Texturen, weil die Moleküle des Innern später, also langsamer erstarren, als die an der Oberfläche des Stückes.

§. 38. Wenn, wie im ersten Falle, das Roheisen bei dem Flüssigwerden einen den Schmelzpunkt sehr bedeutend übersteigenden Hitzgrad erhält, wie man denselben im Gebläseschachtofen leicht hervorbringen kann, wenn also, wie der Giesser sagt, das Eisen „wie Gift läuft“ und nach dem Guss langsam erkaltet, entsteht eine eben so langsame gleichzeitig mit starker

Digitized by Google

Graphitausscheidung verbundene Erstarrung des Roheisens, die im Innern grosser Stücke zu wirklichen mikrokrystallinischen Zuständen führen kann.

Wenn diese gestrickten Krystallbildungen nicht immer auftreten, so ist zu bedenken, dass wegen der durch das heisse Einschmelzen und die langsame Abkühlung im höchsten Grade begünstigten Graphitausscheidung in den meisten Fällen eine Störung der ruhigen Krystallisation des Roheisens stattfindet.

Der Graphit entsteht zuerst und ist meistens in der ganzen flüssigen Eisenmasse innig vertheilt, ehe dieselbe zum Guss kommt. Dem Erstarren des Eisens geht die Graphitausscheidung voran, „das Eisen stösst Schaum aus"; je langsamer dieser Prozess von Statten geht, desto mehr Zeit hat der Graphit zu krystallisiren, desto grösser werden die Blätter, desto gröber das Gefüge des Eisens.

Das Resultat des heissen Schmelzens und der langsamen Erstarrung ist in jedem Falle, ob, der Qualität des Eisens entsprechend, vorzugsweise Graphitauscheidung oder Krystallisation stattfand, eine grobe Textur, mit lebhaftem Glanze verbunden, sobald das Eisen rein war.

Es ist hier anzuführen, dass das Produkt der Cokeshochöfen unter gleichen Verhältnissen der Erzeugung immer ein gröberes Korn besitzt, als das Produkt der Holzkohlenhochöfen zu erreichen im Stande ist, da die mineralischen Brennstoffe in der Regel eine weit grössere Hitze hervorbringen können, als die leichteren Holzkohlen.

Wenn dazu die Beschickung eine besonders gutgewählte und nicht zu arme war, die Erze ausserdem nicht zu den strengflüssigsten gehören, so erzielt man, wie bei dem besseren schottischen Eisen ein Gefüge, das seine eigenthümliche Beschaffenheit grossen starkglänzenden Blätterdurchgängen von Graphit verdankt, die sich mit einem feinen Messer wie Glimmer ablösen und trennen lassen.

Ein ähnliches Gefüge ist auch bisweilen bei deutschen Hochöfen beobachtet worden, wenn durch

Digitized by Google

irgend ein Versehen bei dem Ausarbeiten oder Abstechen Eisen auf die Schlackentrift kam und auf der mit Cokeslösche bestäubten eisernen Triftplatte unter einer 4—6 Zoll starken Decke von flüssiger Schlacke eine Zeitlang weiter floss und langsam abkühlend erstarrte.

Dem Verfasser ist ein Stück solchen Eisens bekant geworden, welches durch seine äussere Gestalt zu der Vermuthung Veranlassung giebt, dass Roheisen unter den bewandten Umständen vor dem Festwerden eine teigige und biegsame Consistenz annehmen könne. Legt man ein Stück Siegellack nach dem Gebrauch auf den Rand eines Leuchters etc., so bemerkt man, wenn der Lack recht heiss war, dass sich ein Theil desselben über den Rand herüberlegt und denselben abformt.

In ähnlicher Weise ist das erwähnte Stück Eisen über dem Rand der Triftplatte erstarrt und senkt sich dabei, so dass der stumpfe Eindruck des Plattenrandes auf der Unterseite der Eisenprobe zu sehen ist. Den gerundeten Umrissen nach kann dieses Ueberlaufen nur im teigigen Zustande geschehen sein.

Die Grösse der Graphitblätter innerhalb der Probe war verschieden. Am geringsten war sie an der Unterseite, die den Eindruck der Triftplatte hatte; am bedeutendsten dagegen an der unebenen mit Spuren stark getemperter Schlacke bedeckten Oberfläche. Der übergelaufene Theil war ebenfalls sehr grosskörnig.

Bei einer anderen Eisenprobe von der Redenhütte, wo die unter der Schlacke erstarrte Eisenmasse nur ungefähr $^3/_8$ Zoll stark war, durchsetzten die Blätter des Graphits das Ganze von der Ober- zur Unterfläche, den Blätterdurchgang stets rechtwinklig zur Oberfläche gerichtet.

§. 39. Betrachten wir den zweiten Fall. Das Eisen wird eben so eingeschmolzen, wie im ersten Falle, nur wird es durch künstliche Mittel zu raschem Erstarren gebracht.

Farbe und Glanz bleiben dieselben, nur wird das Korn dichter und feiner, namentlich an den Stellen,

Digitized by Google

die zuerst abgekühlt wurden; doch tritt der Graphit nur dann vollständig zurück, wenn das zur Verwendung kommende Eisen schon im rohen Zustande den hellen Metallbruch zeigt, der wie ein heller Saum die Kanten der Bruchfläche umzieht.

Hatte das Eisen vor dem Einschmelzen schon, in Folge der eigenthümlichen Leitung des Hochofenprozesses, eine helle Farbe und ein dichteres Korn, so bildet sich trotz des heissen Schmelzens bei dem rascheren Erstarren ein vollkommen weisser Saum unter der Oberfläche des Gussstücks, der einen splittrigen Bruch zeigt und aus nadelförmigen Krystallindividuen besteht. Dieselben sind von der Aussenfläche aus nach dem Innern zu anschiessend in ungleicher Länge in die noch flüssige Masse hineinkrystallisirt. Die anfänglich rasche Erkaltung wird langsamer, indem das den Guss umgebende Mittel bei dem Erstarren dessen Hitze aufnimmt und nicht mehr in demselben Maasse erkaltend wirken kann.

Das Gefüge geht deshalb auch nach dem Innern des Gussstücks zu aus dem splittrigen in das feinkörnige und aus diesem in das grobkörnige Gefüge allmälig über.

Bei sehr gaar erblasenem Eisen dominirt alsdann das gröbere, bei dem weniger gaar erblasenen Eisen das feinkörnige Gefüge. Der Verfasser hatte vor einigen Jahren in der technischen Praxis Gelegenheit, verschiedene Gestaltung der Textur unter verschiedenen Erkaltungsumständen bei dem Missrathen eines grösseren Gusstücks zu beobachten.

Beim Zusammenstellen der Form zu einem 90 Z. weiten, 72 Z. hohen, ganz glatten und nur mit Flanschen an den Enden versehenen Cylinder war aus Versehen der Kern nicht ganz concentrisch mit dem Mantel und die Eisenstärke, anstatt gleichmässig $^{9}/_{16}$ Z. an allen Stellen zu messen, betrug auf der einen Seite nur $^{4}/_{16}$ Z., während sie auf der andern $^{14}/_{16}$ ergab.

Die Bruchstücke hatten verschiedene Textur, obwohl von demselben Eisen aus einem Guss. Es war in einem gut ziehenden Flammofen geschmolzen, der

Digitized by Google

einen zwar feinkörnigen, aber doch glänzenden und grauen Guss liefern konnte.

Glanz und Farbe waren gleich in beiden Stärken, die Korngrösse aber betrug in den $^{14}/_{16}$ Z. dicken Stücken ungefähr 1 Millim., in den $^{4}/_{16}$ Z. starken halb so viel — jedesmal in der Mitte des Bruchstücks gemessen.

Die dichten Theile unter der Gusshaut an den Aussenflächen waren in beiden Stücken von gleichem Korn; an der Aussenseite des Cylinders nur etwas feiner, als an der Innenseite. Die Ursache dieser Verschiedenheit lag daran, dass der Kern aus sehr sandigem Lehm, mit viel Mist gemengt, gemacht war, um sein Zerdrücken bei dem Erstarren des Gusses zu erleichtern und auch das Abziehen der Raumgase zu befördern, wogegen der Mantel aus fetterem Material dargestellt und die Schwärze darauf, um schöne Oberflächen zu geben, mit dem blanken Eisen polirt worden war.

Es muss besonders betont werden, dass durch rasches Erkalten in jedem Eisen, welches bei einer niedrigeren Temperatur erblasen wurde, als die des nachherigen Umschmelzens ist, die durch das heisse Einschmelzen bewirkte Veränderung in der chemischen und physikalischen Constitution sehr leicht aufgehoben und dieselbe Textur hergestellt wird, welche das Eisen vor dem Umschmelzen besass. Bezweckt man also eine Aenderung der Textur und der damit zusammenhängenden Eigenschaften durch den heisseren Umschmelzprozess, so zerstört man sich durch späteres rasches Abkühlen des Gusses das Resultat der aufgewendeten Mühe und Aufmerksamkeit fast gänzlich — das Eisen kehrt in seinen ursprünglichen Aggregationszustand zurück.

§. 40. Der dritte Fall, langsames, bei möglichst geringer Hitze erfolgendes Einschmelzen des Roheisens und langsame Abkühlung nach dem Guss bewirkt eine ähnliche Erscheinung, wie der erste Fall, nur dass die Textur

Digitized by Google

überhaupt eine feinere wird, ausserdem aber der Graphit nicht so dominirt.

Sobald man das Einschmelzen des Roheisens bei möglichst niederer Temperatur, also nur wenig mehr über den mittleren Schmelzpunkt geschehen lässt, sobald man nur den geringsten Flüssigkeitsgrad des Schmelzmaterials erreichen will, wird die Bildung des Graphits theilweise gehindert. Da bei den metallurgischen Schmelzprozessen neben reducirenden auch oxydirende Gase sich bilden und mit dem flüssigen Metall in Berührung kommen, so verbrennt leicht etwas Eisen zu Oxydoxydul und bildet eine häufig entstehende Schlacke. Ein Theil des Graphits wird durch die Reduktion dieser Schlacke absorbirt und dem Eisen entzogen, ohne dass, wie es bei dem hitzigen Einschmelzen der Fall ist, ein Ersatz durch neue Aufnahme von Kohlenstoff im Roheisen stattfinden kann.

Wenn man gaarerblasenes grobkörniges und graphitreiches Eisen in dieser Weise verarbeitet, so erzielt man ein Gefüge, welches mit dem eines dichteren und graphitärmeren Eisens Aehnlichkeit besitzt. Es ist feiner, dichter und bei starken Stücken bilden sich die gestrickten Krystallbildungen aus, welche in den Höhlungen des schwindenden Metalls aufwachsen.

Unterwirft man ein bereits dichtes und feinkörniges Eisen diesem langsamen Schmelzprozess, so beobachtet man häufig ein Netzwerk von weissem, splittrig brechendem und stark flimmerndem Eisen, in welchem der Rest des graphithaltigen feinkörnigen Metalls eingeschlossen erscheint. Die Gussstücke haben, selbst bei langsamer Abkühlung, eine weisse harte, durch die erste plötzliche Erstarrung hervorgebrachte Haut, die bei stärkerer Abkühlung zu einer mehr oder minder dicken Schicht von strahligem Gefüge sich vergrössert.

Das Verfahren, Eisen langsam zu schmelzen, ihm nur kurz vor dem Guss die zur geeigneten Ausfüllung

Digitized by Google

der Form nothwendige Hitze und Flüssigkeit zu geben und dann den Guss langsam erstarren zu lassen, wird häufig angewendet, wenn starke Maschinentheile zu giessen sind, die später grossen mechanischen Gewalten ausgesetzt werden sollen. Wie schon angeführt, sind ein dichteres und grössere Zähigkeit andeutendes Gefüge und hellere Farbe die Folgen dieser Behandlung, die beide als Kennzeichen einer Aenderung in der chemischen Natur des Gusses angesehen werden müssen. Solches Eisen giesst man in Lehm- und Masseformen, um das die Sprödigkeit befördernde Abschrecken zu verhüten und erzielt ein zwar noch immer grobes Korn, welches aber nicht einer übermässigen Graphitausscheidung zugeschrieben werden darf und welches sich auch vollständig von dem grossschuppigen Gefüge unterscheidet, das jedes schlechte graue Eisen erhält, wenn man es in grösseren Massen langsam erstarren lässt.

§. 41. Vereint man mit einem möglichst vergrösserten Einschmelzen ein rasches Abkühlen des flüssigen Eisens, so erhält man ein, dem in §. 39 besprochenen analoges, doch in seinen Eigenthümlichkeiten gesteigertes Resultat.

Man beobachtet in diesem Falle die Erscheinung des Abschreckens in höherem Grade. Es muss hier gleich hervorgehoben werden, dass (wie in §. 40) durch das langsame Schmelzen die bereits erörterte chemische Einwirkung der Ofengase auf das Eisen eintritt und derselbe ein Theil der Texturveränderung zugeschrieben werden muss.

Das Eisen wird durch das langsame Einschmelzen eines Theils seines Kohlenstoffgehaltes beraubt, zunächst des mechanisch beigemengten, dessen Abnahme die Fähigkeit des Abschreckens vermehrt.

Die rasch erstarrte äussere Kruste nimmt an Dicke zu; oft sogar verwandelt sich das ganze Eisen, wenn die Erstarrung eine sehr starke und das Gussstück nur klein ist. Die sämmtlichen Erscheinungen des Hartgusses gehören hierher. Man wendet zwar bei demselben verschiedene Eisensorten an und nach der

Digitized by Google

ursprünglichen Qualität modificirt sich auch die Führung des Schmelzprozesses; man erreicht aber die nämlichen Resultate in Bezug auf die Textur, ob man helle oder halbirte Eisensorten rascher und energischer schmilzt und darauf stark abkühlt, oder ob man dunkles und grobkörniges Eisen langsam flüssig macht, nach dem Schmelzen noch eine Zeit an der Luft abkühlen lässt und mit dem für die jedesmalige Stärke der Gussstücke zulässigen Flüssigkeitsgrad in die abschreckende Form giesst. Das Gefüge ist dasselbe in beiden Fällen, auch die gewünschten Qualitäten, Härte mit Festigkeit und Zähigkeit verbunden, wenn nur bei der Auswahl des Materials auf dessen Reinheit und Güte gebührende Rücksicht genommen wurde.

Bei der oben geschilderten Führung des Umschmelzprozesses ist, in Hinblick auf die verwandten Eisenarten, die schon erwähnte chemische Aenderung um so mehr zu beachten, als die rasche Abkühlung die Folgen dieser Aenderung stärker hervortreten lässt, als ein langsames Erkalten. Es kann hiernach vorkommen, dass ein nur geringes Ueberschreiten der Schmelzzeit das ganze Werk unbrauchbar macht und Ausschuss giebt. Dieses erfährt man hauptsächlich bei dem Hartguss, wo sowohl Härte als Festigkeit gewahrt werden sollen. Da aber diese beiden Eigenschaften mit dem Fortgange der chemischen Veränderung sich nicht gleichmässig ändern und da die Härte stets eine entsprechende Sprödigkeit als Folge hat, welche die Festigkeit beeinträchtigt, so erfordert die Leitung eines solchen Umschmelsprozesses sehr viele Vorsicht und nur durch eine Reihenfolge angestellter Gussproben kann man sicher den Zeitpunkt der Vollendung und des Gusses bestimmen.

Bei Mischungen geschieht es oft, dass eine Sorte sich anders gegen die Wirkung des Feuers verhält, als die anderen und schneller ihre Beschaffenheit ändert. In diesem Falle kann es vorkommen, dass eine zu grosse Vergrösserung des Umschmelzens eine ungleiche Mischung nach sich zieht und dass das Gusstück durch heterogenes Gefüge unbrauchbar wird.

Digitized by Google

Durch Umkrücken des Eisens kann man die gleichförmige Schmelzung befördern, eben so durch richtiges Zerkleinern der Einsätze. Ist deren Grösse eine gleichmässige, so wird auch das Einschmelzen gleichzeitig stattfinden. Bei dem Capitel des Hartgusses kommen wir auf diese Vorgänge weitläufig zurück.

§. 42. Das Gefüge des Roheisens wird nicht allein durch das Umschmelzen und Erstarren verändert, auch andere Einflüsse, bei denen keine Wirkung chemischer Natur stattfinden kann, äussern sich in ähnlicher Weise.

An die eben besprochenen Einflüsse, die der veränderte Aggregatzustand übt, anschliessend, ist hervorzuheben, dass auch eine Erhitzung des Eisens bis zum Glühen, namentlich, wenn dieser Zustand andauert, Gefüge und die daraus abgeleiteten Eigenschaften verändern kann.

Man kann diese Erscheinung täglich an den ausrangirten gusseisernen Roststäben, den Ofen- und Herdtheilen der Cokesanstalten und anderer metallurgischer Anlagen, an den Glühtöpfen der Drahthütten, den Retorten der Gasanstalten, den Glühapparaten der Zuckerfabriken etc. beobachten und findet allgemein, dass die lang andauernde Hitze das Gefüge vergrössert und krystallinisch macht.

Die äusseren Theile des beobachteten Stückes haben meist das metallische Aussehen und die Festigkeit verloren. Sie sind durch Aufnahme von Sauerstoff in spröde, schlackenartige Substanz verwandelt; der Kern des Stückes dagegen besitzt ein so grobes glänzendes Gefüge, wie es selbst bei bestem Eisen in Stücken ähnlicher Dimensionen nicht vorkommen kann.

Mit der Aenderung der Textur ist eine Veränderung nicht allein der Form, sondern auch des Volumens verbunden. Die dem Feuer weniger ausgesetzten Theile sind auch am Wenigsten verändert und von den stark angegriffenen durch Risse abgetrennt, die weit auseinander klaffen.

Diese Risse, vielleicht Sprünge, die gleich zu Anfang des Gebrauchs, ohne dem Zweck hinderlich zu

Digitized by Google

sein und ohne bemerklich zu werden, entstanden sein können, finden sich namentlich an den Stellen, wo eine ungleiche Erwärmung als die Folge einer ungünstigen Eisenvertheilung eintreten musste.

Die Gefüg- und Volumveränderung durch Erhitzen ist je nach der Farbe und dem Gefüge des angewandten Eisens sehr verschieden. Eisen, welches rasch abgekühlt und dadurch weiss und hart geworden ist, wird durch das nachherige Erhitzen grau und weich und nimmt im Verhältniss mehr an Volumen zu, als Eisen, welches in trockenen Sandformen gegossen war und Zeit hatte, sich langsam abzukühlen. (Vergl. Karsten a. a. O. I. §. 127.)

Guettier, in seinem Werke de la fonderie etc. (nouveau tirage de la 2. édition 1858) p. 12 führt an, dass bei Versuchen über das Tempern des Eisens er nur an Stäben, die in Schalen gegossen und abgeschreckt waren, eine Vergrösserung durch nachheriges Erhitzen beobachtete, während im Sandguss ausgeführte Stäbe diese Verlängerung nicht gezeigt hatten.

Jedenfalls sind die Stäbe, an welchen gleichzeitig das Schwinden des Eisengusses gemessen werden sollte, zu kurze Zeit dem Ausglühen ausgesetzt gewesen, als dass die Volumenvermehrung auch an dem grauen Eisen messbar geworden wäre. Guettier erklärt den Unterschied, den hierbei Schalenguss und gewöhnlicher Sandguss zeigten, durch eine eigenthümlich bei dem Abschrecken erzeugte und durch die Starrheit der Eisenschlacken verursachte Compression der Moleküle, die durch heftiges Erhitzen wieder aufgehoben würde. Dadurch entstünde die beobachtete Volumenvermehrung. Da bei jedem Guss ein Abschrecken stattfindet und, wie tausend Erfahrungen gezeigt haben, die zuerst erstarrende Haut, die sogenannte Gusshaut, eine zusammenpressende Gewalt auf das übrige Eisen ausübt, so muss eine Ausdehnung durch Erhitzen bei jedem Eisen stattfinden, wenn auch in nicht so hervortretender Weise als bei den meisten abgeschreckten Arten (vergl. Erfahrungen von Prinsep-Karsten a. a. O. I. §. 98).

Digitized by Google

Einen Beleg für unsere Ansicht finden wir in dem durch den Gebrauch entstehenden und bleibenden Anschwellen der massiven Blechwalzen, Gussstücken von 16—24" rh. Dtr. Es ist eine allen Walzmeistern bekannte Erscheinung, dass die Walzen nach einiger Zeit die Form bauchiger Cylinder annehmen und dass die Bleche dadurch in der Mitte schwächer werden, als an den Enden, so dass man genöthigt ist, durch vorsichtiges Nachdrehen der Walzen dem entstandenen Fehler abzuhelfen.

Da die Walzen zu den Präparirgerüsten selten aus Hartguss, meistens aus grauem Eisen bestehen und sich an demselben der erwähnte Fehler hauptsächlich zeigt, so ist es wohl unzweifelhaft, dass auch bei weicherem Eisen eine messbare Vergrösserung seines Volumens durch eine anhaltende Erhitzung hervorgebracht werden kann.

Erhitzt man Roheisen und kühlt es schnell ab, so äussert sich eine dem Stahlhärten analoge, doch geringere Veränderung in der molekularen Beschaffenheit dadurch, dass sich die Härte vermehrt und die Festigkeit des Eisens vermindert, dass ferner eine geringe Volumenveränderung, ein Dichterwerden des Eisens eintritt. Wenn auch die Aenderung des Gefüges in diesem Falle eine unbedeutende und schwer bemerkliche ist, so erscheint das Gusseisen doch gegen die unbedeutendste Temperaturveränderung, die z. B. durch Witterungseinflüsse hervorgerufen wird, ausserordentlich empfindlich und es ist gewiss, wenn auch nicht direkt constatirt, dass die später zu besprechenden Wandlungen der hervorragendsten Eigenschaften des Eisens durch fast unmerkliche Molekularbewegungen hervorgerufen sind.

§. 43. Dass Gefüge- und Volumenveränderungen durch Erhitzen und Abschrecken bleibend sein können, beweisen die interessanten Versuche, welche Clerk (vergl. Mittheilung aus dem Journal of the Franklin Institute im Civilingenieur Bd. X. 244 u. ff.) mit den gewöhnlichen Metallen und ihren Legirungen, auch mit Gusseisen, angestellt hat.

Digitized by Google

Er gab denselben eine messbare Form, meistens hohle Cylinder von verschiedenen Stärken, erhitzte sie bis zum Rothglühen und tauchte sie zur Hälfte in Wasser von gewöhnlicher Temperatur.

Nach mehrmaliger Wiederholung beobachtete Clerk, dass der obere nicht abgelöschte Theil etwas an Volumen zunahm und dass zwischen demselben und dem eingetauchten Ende eine Einschnürung entstand, die ungefähr 1 Z. über dem Wasserniveau am grössten war.

Die in der Quelle mitgetheilte Erklärung sagt: der abgeschreckte Theil drückt bei seiner plötzlichen Abkühlung durch Cohäsion auf den über dem Wasser stehenden noch plastischen Theil des Körpers und bewirkt ein Zusammenziehen der nächsten Zone desselben; die später erfolgende langsame Erkaltung des Ganzen veranlasst ein weiteres Zusammengehen, so dass die Einschnürung bleibt.

Diese Erklärung ist nicht ganz den Erfahrungen entsprechend, welche man im Giessereibetriebe bei der Erkaltung von Gussgegenständen macht.

Es ist bekannt, dass, wenn in einem und demselben Stück verschiedene Metallstärken vorkommen, auch ein verschiedenes Zusammenziehen beim Erkalten beobachtet wird, welches unter Umständen die Cohäsion einzelner Theile überwindet und zu Brüchen Veranlassung giebt. Die langsamer erkaltenden Theile schwinden stärker, als die schneller erkaltenden, d. h. die Volumenverminderung ist bei jenen verhältnissmässig grösser, als bei diesen.

Es ist ferner bekannt, dass alle, auch die verschiedensten Eisensorten diese eigenthümlichen Erstarrungsumstände, wenn auch nicht immer in demselben Grade zeigen.

Bei den Clerk'schen Versuchen erscheint es hiernach wahrscheinlich, dass der abgeschreckte Theil sich rascher, aber weniger stark zusammengezogen hat, als der obere und dass bei ersterem die vergrössernden Einflüsse des Erhitzens durch das Abschrecken gehemmt wurden, welche dagegen in dem oberen Theile das beträchtlichere Schwinden überragen.

Digitized by Google

In der Mitte beider Theile ist alsdann eine Einschnürung dadurch erklärbar, dass, sowohl bei dem Schwellen des Eisens durch die Hitze, als auch bei dem langsamen Erkalten des oberen Theils ein Nachziehen der Moleküle eintreten musste, dass dieses aber nur bis zum Anfang des abgeschreckten Theils, also bis über die Taucherlinie, stattfinden konnte. Das abgeschreckte Eisen war bereits unbeweglich, als der obere Theil sich zusammenzog, es musste mithin an der Grenze beider eine Einschnürung entstehen, um so grösser, je bedeutender oder je häufiger wiederkehrend die Erhitzung gewesen.

Die Clerk'sche Erklärung setzt eine Plasticität schon erkalteter Massen voraus, die nicht gut als möglich gedacht werden kann, am wenigstens bei nicht dehnbaren Körpern, wie das Gusseisen ist.

§. 44. Unter den Kräften, die auf das Gefüge des Roheisens Einfluss zu üben vermögen, ist der mechanische Druck, der Stoss, der Zug und die Torsionskraft noch anzuführen. Auch hier, wie bei der Einwirkung von geringen Temperaturdifferenzen bestimmt sich die Aenderung des Gefüges mehr durch die Folgen, die meist in einer Verminderung der Cohäsionskraft sich kundgeben. Man behauptet, dass Roheisen, welches vor dem Zerbrechen einer der oben angeführten Kraftäusserungen längere Zeit und in häufiger Wiederholung der Angriffe ausgesetzt gewesen ist, sein Gefüge ändert und einen anderen Bruch zeigt, als der desselben Eisens, der vor dem Zerschlagen einer solchen andauernden Einwirkung nicht unterworfen wurde.*)

Es ist beobachtet worden, dass der Bruch des längere Zeit einer mechanischen Wirkung ausgesetzten Eisens grobkörniger und krystallinischer erscheine, als unter gewöhnlichen Verhältnissen.

Beobachtungen sind aber noch wenig gemacht worden, die in unzweifelhafter Weise den Einfluss

*) Vergl. die Mittheilungen in C. H. Wiebe's Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung I. §. 24, S. 138 u. §. 36, S. 230.

Digitized by Google

äusserer Kräfte auf das Gefüge feststellen, doch kann man durch Analogie als ziemlich sicher annehmen, dass, — in ähnlicher Weisse wie bei dem Stabeisen, welches in Laufe seiner mechanischen Bearbeitung durch starke Compression eine künstliche Textur erhält, unter dem Einflusse von Druck, Torsion, Zug, namentlich aber wiederholten Stössen und Schwingungen jedoch die ursprüngliche krystallinische Struktur, die er als Rohprodukt besass, wieder erlangt — auch bei dem Roheisen die angeführten Kraftäusserungen die Ausbildung des ursprünglichen, durch Erstarrungsumstände modificirten krystallinischen Gefüges befördern.

Welchen Gesetzen diese Molekularbewegung unterliegt, ist noch nicht untersucht und könnte erst durch eine vollständige Reihe genauer Versuche und Experimente gefunden werden, welche wiederum nur durch collective Thätigkeit technischer Vereine und Werksdirectionen anzustellen sind.

dd) Von der Cohäsion des Roheisens. Allgemeine Begriffe und Beziehungen der Cohäsion zur Textur und dem Aggregatzustand.

§. 45. Die nächste und beachtenswertheste Folge des Gefüges ist die grössere oder geringere Cohäsion des Eisens, denn das Gefüge ist das direkte Resultat der jeder Roheisensorte eigenthümlichen Molekularbeschaffenheit. Die verschiedenen wichtigen Eigenschaften des Roheisens, die seine Anwendung hauptsächlich bedingen, Härte, Elasticität und Festigkeit, sind nur Aeusserungen der Cohäsionskraft; auch das specifische Gewicht ist in gewissem Sinn abhängig von der Cohäsion des Eisens.

Man versteht darunter die in der gegenseitigen Anziehung der Moleküle begründete Kraft, die sich der mechanischen Trennung eines Körpers in mehrere Theile durch Stoss, Schlag, Druck, Zug oder Torsion widersetzt und deren Grösse in jedem Körper eine andere ist.

Digitized by Google

Sie bleibt nicht constant, sondern hängt von der Molekularbeschaffenheit eines Körpers ab; mit seiner Dichtigkeit verändert sich auch die Cohäsion.

Im einzelnen Krystall eines Stoffes ist sie mächtiger, als in einem krystallinischkörnigen Stück desselben, wenn sie nicht im ersten Falle durch Blätterdurchgang und Spaltbarkeit theilweise aufgehoben wird. Ein geschlossener Quarzkrystall ist weniger leicht zu zerreissen oder zu zerbrechen, als ein Stück körnigen Quarzes oder Sandsteins.

Unter den Körpern von krystallinischem Gefüge besitzen wiederum die feinkörnigeren die grösste Cohäsion, weil die Blätterdurchgänge in den grobkörnigen die Festigkeit vermindern, in den ersteren aber nicht so einflussreich auftreten können. Feinkörnige Kalke und Sandsteine sind meist fester, als die grobkörnigen Sorten derselben Felsarten, wenn auch die Hauptbestandtheile beider, einzeln aufgefasst, die Eigenschaften des Quarzes, beziehungsweise des Kalkspathes besitzen.

Wenn in gleichartigen Substanzen die Cohäsion so sehr nach der Art des Gefüges variirt, um wie viel mehr muss sie in Gemischen sich ändern, zu denen auch sämmtliche Roheisensorten ihrer Zusammensetzung nach gerechnet werden können.

Je mehr eine Gattung Roheisen in ihrer chemischen Constitution einer bestimmten durch deutlichere Krystallisation ausgezeichneten Eisenverbindung sich nähert, um so ähnlicher werden die von der Cohäsionskraft abhängigen Eigenschaften denen jener Verbindung.

Eben so wie unter dem Einfluss gewisser Kräfte und der Wärme die Molekularbeschaffenheit und das Gefüge des Roheisens sich verändern können, ändern sich auch die aus der Cohäsionskraft hervorgehenden Eigenschaften der Härte, Elasticität und Festigkeit, ohne dass ein wesentlicher Unterschied in der chemischen Constitution des Eisens bemerklich wäre.

Aus dem Gesagten geht hervor, wie schwer es sein muss, ein Maass für die Cohäsionskraft des Roheisens zu finden, und dass es fast unmöglich ist, unter

Digitized by Google

den zahllosen Eisenarten diejenigen auszuwählen, die, genauen Versuchen über die Cohäsion unterworfen, Resultate geben, deren man in der Praxis mit Sicherheit sich bedienen kann.

Da diese Resultate den construktiven Berechnungen zu Grunde gelegt werden und da das Material der Ausführung dem Construkteur selten hinreichend bekannt ist, um Rücksichten auf seine guten und schlechten Eigenschaften zu gestatten, — ist man übereingekommen, zur Vermeidung gefährlicher Brüche alle Eisenconstruktionen, namentlich aber die aus Gusseisen angeordneten, mit mehrfacher Sicherheit zu berechnen und nur, wenn das Baumaterial bereits bekannte gute Resultate bei vielen Ausführungen gegeben hat und die betreffende Fabrik Vertrauen besitzt, in den Construktionen an Substanz zu sparen.

Bei grossen und wichtigen Bauten, z. B. bei Brücken für Eisenbahnen und gewöhnlichen Verkehr, bei eisernen Gebälken und Gewölbträgern, Thurm- und Kuppelbauten, die sich immer mehr verbreiten, leitet man in der Regel erschöpfende Versuche ein, denen man ein bereits gewähltes Material unterwirft. Sowohl der Auftraggeber, als auch der Bauunternehmer haben das grösste Interesse, sich an denselben zu betheiligen. Solchen mit grösster Genauigkeit ausgeführten Versuchen verdanken wir die meisten brauchbaren Grundlagen zu einer Berechnung der Cohäsionskräfte des Eisens, da nur Werke solcher Grösse den beiden betheiligten Parteien gestatten, langwierige und kostspielige Versuche auszuführen, welche, bei verständiger Leitung, die Wissenschaft bereichern.

Die Härte und Folge der Cohäsion.

§. 46. Die Cohäsion eines Körpers äussert sich zunächst in seiner **Härte**. Karsten a. a. O. §. 36 und mit ihm Andere, betrachten die Härte als unabhängig von der Cohäsion, obgleich ihre eigene Definition der Härte dem widerstreitet. Karsten sagt §. 36:

„Härte ist bekanntlich der Widerstand, den die „einzelnen Theilchen eines Körpers der Kraft ent-

Digitized by Google

„gegensetzen, welche sie von einander trennen „will", und weiter §. 41:

„Der Widerstand, welchen ein Körper der Ge„walt entgegensetzt, die seinen Zusammenhang zu „ändern oder aufzuheben strebt, ist die Wirkung „der Cohäsion des Körpers."

Unter Härte als wissenschaftlichem Begriff verstehen wir hier **die Widerstandsfähigkeit gegen das mechanische Eindringen eines anderen Körpers** zwischen die Moleküle des betrachteten. (Vgl. auch Wiebe a. a. O. I. §. 24.)

Um den Härtegrad eines Körpers zu messen, hat man unter den natürlich vorkommenden Körpern eine Reihenfolge ausgewählt, die zunächst den Zweck hatte, die Härte der Mineralien zu untersuchen, die aber auch dazu dienen kann, die Härte der Metalle zu messen.

Indem man von der Erfahrung ausgeht, dass der härtere Körper den weicheren ritzt, wenn man eine Ecke oder Kante des Ersteren auf einer Fläche des Letzteren unter einem gewissen Drucke bewegt und dass zwei gleichharte Körper sich gegenseitig ritzen, ist es leicht, die Härten sämmtlicher Substanzen untereinander zu vergleichen.

Die gebräuchlichste Reihenfolge bekannter Körper zur Ermittelung der Härten ist die Kirwan'sche Härteskala (vgl. Wiebe I. §. 24, S. 137 u. ff.), die jetzt in der bestimmenden Mineralogie allgemeine Anwendung findet und 10 Stufen enthält, von welchen die unterste, der geringsten Härte entsprechende, mit 1, die höchste mit 10 bezeichnet wird. Die Reihe ist folgende:

1) Talk.	6) Feldspath.
2) Gyps.	7) Quarz.
3) Kalkspath.	8) Topas.
4) Flussspath.	9) Diamantspath.
5) Apatit.	10) Diamant.

Das Roheisen bewegt sich in seinen verschiedenen Modifikationen zwischen 4) und 7) der Skala.

Graues Giessereiroheisen ritzt Flussspath und wird von Apatit geritzt, wogegen weisses Puddlingseisen Glas und Quarz ritzt, also der Stufe 7) entspricht.

Digitized by Google

Eben so hart ist der beste Stahl, der indess die Härte des Quarzes nicht übertrifft, da er auf festen Sandsteinen geschliffen werden kann.

Auch bei der Härtemessung ist auf die Textur Rücksicht zu nehmen; die richtigste Messung wäre, ein Krystallindividuum durch ein anderes zu ritzen. Dieses ist aber bei körnigkrystallinischen Körpern nicht gut möglich, und auch, wenn dieselben ausnahmsweise in grösseren Krystallen vorkämen, werthlos, da diese Zustände nur Ausnahmen sind.

Will man ein brauchbares Resultat haben, so muss man das Roheisen in dem verwendbaren Zustande den Versuchen unterwerfen, also in möglichst körniger Beschaffenheit.

Die Veränderungen der Härte geschehen durch dieselben Umstände, welche die Cohäsion überhaupt verändern, es kommen praktische Anwendungen davon im Giessereibetriebe nur bei der Darstellung des Hartgusses vor, dessen Besprechung das nothwendige enthalten soll.

Die Sprödigkeit des Roheisens; Spannungen in denselben.

§. 47. Mit der Härte hängt zusammen die Eigenschaft der Sprödigkeit, welche manche harte Körper auszeichnen, ohne dass deshalb alle harten Körper spröde genannt werden dürften.

Karsten definirt die Sprödigkeit als **die** Eigenschaft eines Körpers, dass sich ein Riss in demselben weiter verbreitet, als die Kraft ihn würde bringen können, welche in ihn eindrang (a. a. O. §. 39).

Diese Definition ist unvollständig, da sie nur angiebt, in welchem Falle die Trennung eines Körpers durch Sprünge der Sprödigkeit zugeschrieben werden muss.

Wenn ein Körper durch eine auf ihn wirkende Kraft in seinem Zusammenhange so gestört werden kann, dass Sprünge entstehen, welche die Kraft an sich nicht so weit verbreitet haben würde, so beweist dieses nichts weiter, als eine plötzliche Aufhebung der

Digitized by Google

Cohäsion durch eine im Körper verborgene repulsiv elastisch wirkende Kraft, welche durch die äussere Veranlassung frei wird und den Bruch oft in unmerklicher Weise fortsetzt.

Diese geheimnissvolle Molekulargewalt spielt namentlich dann eine hervortretende Rolle, wenn rasche Temperaturwechsel oder lange dauernde mechanische Gewalten auf die Materie wirken und treten gleichzeitig mit den in §. 44 erläuterten Gefügeänderungen auf.

Bei dem Giessereibetriebe beobachtet man sehr häufig die Wirkungen jener Molekulargewalt in den gefertigten Gussstücken und sucht ihren nachtheiligen Wirkungen durch verschiedene Kunstgriffe zu begegnen.

Man bezeichnet sie in den Giessereien als „Spannung" und hat mit der Wahl dieses Ausdrucks einen glücklichen Griff gethan. Spannung tritt beim Guss ein, wenn in einem und demselben Gegenstande verschiedene Abkühlung in Folge einer ungleichen Eisenvertheilung stattgefunden hat und bei der Erstarrung in der Masse des Ganzen ein variables Schwinden eintritt, welches eine gewaltsame bleibende Ausdehnung oder Compression einzelner Gruppen von Molekülen zur Folge hat.

Der leiseste Schlag, das Abmeisseln der Eingüsse, das Abdrehen, Hobeln und Befeilen, sogar ein leiser Temperatur- und Witterungswechsel vermögen ein Reissen und Springen an den schwächeren Stellen, oft nachdem das Gussstück mehrere Tage gehalten hat, hervorzurufen.

Selbst wenn ein Stück eine günstige Eisenvertheilung besitzt, aber aus sprödem Eisen gegossen wird, ruft ein zu rasches Abkühlen an der Luft ein spontanes, mit lebhaftem Knall erfolgendes Springen des Gegenstandes hervor.

Der Verfasser erinnert sich eines in Malapane vorgekommenen Falles, wo ein Hammerwellenzapfen mit blattartigen Flügeln aus sehr sprödem weissen Holzkohlenroheisen (erblasen bei übersetztem Gang und leichtflüssiger Beschickung) aus Versehen zu früh aus dem Kasten genommen und auf die mit Eisenplatten

Digitized by Google

belegte und kurz vorher mit Wasser begossene Hüttensohle gelegt wurde; derselbe zersprang plötzlich mit lautem Knall, und, trotzdem jedes Stück gegen $1^1/_2$ Ctr. wog, schoben sich beide Stücke in einer gegen die Sprungfläche rechtwinkligen Richtung um 9—12 Zoll weit auseinander.

Wie bei dem Eisen kann man bei allen zu der unorganischen Welt gehörenden spröden Substanzen von dieser Haupteigenschaft auf eigenthümliche Vorgänge bei der Entstehung und Bildung solcher Körper schliessen. Einen überraschenden Grad von Sprödigkeit besitzt z. B. die rasch erstarrte glasige Hochofenschlacke, der Obsidian und andere Substanzen. Lässt man die Schlacke langsam erkalten, so erzielt man ein steiniges Gefüge, die Sprödigkeit ist verschwunden und eine ziemliche Zähigkeit an ihre Stelle getreten. Eben so verhält sich der Bimsstein zum Obsidian.

§. 48. Auch bei dehnbaren Körpern, z. B. bei dem Stabeisen in allen seinen Arten, entstehen durch die mechanischen Prozesse der Formgebung, das Hämmern und Strecken, Molekularzustände, welche eine dem Zwecke der Arbeit nachtheilige Sprödigkeit verursachen. Man beseitigt dieselbe, indem man die Fertigprodukte jener Fabrikationsmethoden einer gelinden und langsamen Erhitzung aussetzt, welche die stark comprimirten Moleküle durch Ausdehnung und Erweichung der gehärteten Oberfläche des Körpers in den Stand setzt, den normalen Raum und die normale Anordnung wieder einzunehmen.

In solcher Weise wird in sämmtlichen feineren Produkten der Schmiedekunst und der Walzwerke verfahren. Je mehr deren Herstellung durch wiederholte Anwendung mechanischer Gewalten bewirkt werden muss, um so mehr ist es nothwendig, durch nachheriges Ausglühen die erzeugte sehr grosse Sprödigkeit und die damit verbundene Härte aufzuheben.

Ein ähnliches Verfahren wird bei dem Glashüttenbetriebe beobachtet, wo die durch das Blasen hart gewordenen Glassachen in Temperöfen ausgeglüht werden. Man bezeichnet alsdann mit dem Beiwort „gekühlt“

Digitized by Google

die durch ein vorsichtiges Tempern bewirkte Verminderung der Sprödigkeit des Glases. Bei der Darstellung von Eisenguss kann man nur selten die Härte und die durch Spannung entstandene Sprödigkeit durch Erhitzen vertreiben; ein merklicher Einfluss auf hartes und sprödes Gusseisen tritt erst durch starkes Glühen ein und es erscheint deshalb das „Tempern" des Brennstoffaufwandes wegen nur bei kleineren Gegenständen, die, wie z. B. Kunstsachen, noch einen hohen Kaufpreis haben, ökonomisch anwendbar. Grosse Sachen dagegen, welche durch unrichtige Anordnung der Massen Spannung erhalten haben, müssen sehr stark geglüht werden, ehe diese Spannung aufgehoben sein würde, und dann ist zu befürchten, dass eintretende Unförmlichkeiten in der Gestalt die spätere Verwendung des zwar haltbar und weich gewordenen Gusstückes unmöglich machen.

In solchem Fall überwiegen die Kosten des Ausglühens, verbunden mit der Gefahr des Misslingens, die Ausgaben eines gänzlichen Umgusses, bei dem man natürlich die gemachten Erfahrungen benutzen und eine angemessene Vertheilung der Eisenmassen anstreben muss, wenn mann auf bessere Resultate rechnen will.

Auch in der sorgfältigeren Auswahl des Materials hat man ein gutes Mittel, den Nachtheilen eines vielleicht unvermeidlichen Missverhältnisses in den Eisenmassen zu begegnen. Je grösser die anfängliche Cohäsion des Eisens ist, um so grösser ist auch der Widerstand, den das Eisen allen nach dem Umschmelzen entstandenen Spannungen bieten kann.

Da hiernach die Wahl eines festen Eisens auch gegen Spannungen eine grössere Sicherheit gewährt und da sich in der richtigen Leitung des Umschmelzprocesses ein Mittel bietet, die Festigkeit des Eisens zu vermehren, so kann ein erfahrener Giessmeister den eigenthümlichsten Ansprüchen in Bezug auf die Form entsprechen, im Nothfall sogar eine Garantie für die Haltbarkeit des Produktes übernehmen.

Digitized by Google

Elasticität des Roheisens; Elasticität als wahrer Ausdruck der thätigen Cohäsionskraft; Elasticitätsgrenze, Elasticitätsmodulus.

§. 49. Sowohl Sprödigkeit als Härte eines Körpers*) wurden als die Folgen der Cohäsion desselben hingestellt. Doch äussert sich die Cohäsion bei den Erscheinungen der Sprödigkeit und Härte in einer besonderen Weise und als eine in den verschiedenen Substanzen und mit verschiedenen Einflüssen sehr veränderliche Kraft, wie bereits §. 47 angedeutet wurde. Dort wurde angeführt, dass durch Wirkung eines an sich unbedeutenden und ungenügenden äusseren mechanischen Einflusses die Cohäsion der Theile des Körpers den mächtigeren Einwirkungen einer verborgenen Molekularkraft ausgesetzt und durch dieselbe zum Theil aufgehoben wird.

Diese Kraft, die Elasticität genannt, ist, wissenschaftlich definirt, das Bestreben, eine durch fremde mechanische Gewalt in einem Körper hervorgebrachte Formveränderung nach dem Aufhören der Gewalt aufzuheben und die alte Form herzustellen.

Eine durch die von aussen wirkende mechanische Gewalt hervorgebrachte Trennung wird selbst nach dem Aufhören der Wirkung durch die in jeder der getrennten beiden Hälften wirkende Elasticität fortgeführt und dadurch die Erscheinung der Sprödigkeit mit bedingt.

Bei oberflächlicher Betrachtung kann man sämmtliche Körper in elastische und nicht elastische eintheilen, bei näherer Untersuchung findet man aber, dass alle Körper Spuren von Elasticität zeigen, welche durch eine richtige Leitung der Versuche deutlich gemacht werden kann. Bei manchen Substanzen ist die Form des zur Untersuchung ausgewählten Stückes, sein Aggregatzustand, seine Temperatur u. s. f. durchaus nicht gleichgültig für den Ausfall der Versuche.

---

*) Selbstverständlich ist hier nur von festen Körpern die Rede. D. Red.

Digitized by Google

Wenn man auf einem Körper eine Kraft in einer beliebigen Richtung wirken lässt und sie nach und nach verstärkt, so erreicht man schliesslich eine Summe, welche die Form des Körpers bleibend verändert.

Diese Belastung giebt das Maass für die Elasticitätsgrenze des Körpers und ist für dieselbe Substanz und für die nämliche Richtung der angewandten Kraft nahezu constant.

Innerhalb dieser Grenze sind die beobachteten vorübergehenden Formveränderungen proportional der angewandten Gewalt; doch haben genaue und in grossem Maassstabe angestellte Versuche gezeigt, dass bei allen Kraftrichtungen, die eine Compression der Körperatome bewirken müssen, ein ähnliches Verhältniss zwischen Druck und Effekt obwaltet, wie es für Luftarten durch das Mariotte'sche Gesetz aufgestellt ist.

Die Ermittelung der Elasticitätsgrenzen vorzugsweise der verschiedenen Baumaterialien und Metalle ist für die Technik von grosser Wichtigkeit. Man bedarf solcher Versuche, um bei Construktionen die belasteten und alle irgend wie dauernd in Anspruch genommenen Theile so zu entwerfen, dass sie selbst bei der grösstmöglichen Belastung keine bleibenden Veränderungen anzunehmen im Stande sind. Die bei einem Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze eintretenden permanenten Veränderungen entziehen sich einer sicheren Berechnung, weil in dem verändertem Theile mit jeder Belastungszunahme andere Molekularverhältnisse eintreten, wodurch die Grundlagen der Rechnung sich ändern und schliesslich alle Resultate, die mittelst der gewöhnlichen Methoden erreicht werden können, unrichtig sind.

Die Elasticitätsgrenze eines Körpers ist eine andere, sobald sich die Richtung der auf den Körper ausgeübten Kraft ändert.

Manche Körper sind länger elastisch, wenn sie dem Zug ausgesetzt werden, andere, wenn sie dem Druck, noch andere, wenn sie der Torsion, dem Abbrechen, dem Zerschieben unterworfen sind.

Daraus ergiebt sich die wichtige Folgerung für

Digitized by Google

die Praxis, dass man bei Construktionen das Material immer nach der Natur der auf dieselben später einwirkenden Kräfte auswählen muss.

§. 50. Um ein zu Berechnungen brauchbares Maass für die Elasticität der Körper zu finden, stellte man genaue Versuche an und ermittelte, welche Verlängerung oder Verkürzung eine durch messbare Gewichte ausgeübte Kraft an gleichgrossen Stücken verschiedener Substanzen hervorbringt.

Hieraus war es sehr einfach, durch Rechnung zu erfahren, welches Gewicht nothwendig ist, um an gleichgrossen Stücken eine **gleiche** Verlängerung oder Verkürzung hervorzubringen. Man bezog die Resultate auf eine Querschnittseinheit und berechnete aus den beobachteten Veränderungen das Gewicht, welches dazu gehören musste, einen Körper um eine bestimmte Länge auszudehnen ader zusammen zu drücken.

Man einigte sich dahin, die hypothetische Verlängerung gleich der ursprünglichen Länge des Körpers festzusetzen und war genöthigt, um consequent zu bleiben, dasselbe bei der Verkürzung durch Druck anzunehmen, obgleich hiernach die Länge des gedrückten Körpers gleich 0, resp. als eine ∞ kleine sich ergeben müsste. Da kein Zug oder Druck der Art möglich ist, ohne die Cohäsion zu zerstören, es sich hier nur um eine Rechnungsmethode handelte, behielt man den eingeschlagenen Weg bei.

Diese erhaltene Zahl nannte man den Elasticitätsmodulus der Substanz und vernachlässigte die unbedeutend scheinenden Unterschiede einzelner Beobachtungen, um ein gleichmässiges Durchschnittsresultat zu erzielen.

Bei der Berechnung des Elasticitätsmoduls nahm man vorzugsweise die innerhalb der Elasticitätsgrenzen fallenden Versuchsresultate als Grundlage, da, als man für jeden Versuch den Modulus berechnete, die erhaltenen Werthe eine mit der Zunahme der Belastung fortschreitende, doch nicht gleichmässige Veränderung zeigten.

Dass die Werthe des Elasticitätsmodulus für die

Digitized by Google

verschiedenen Richtungen der Belastung je nach der untersuchten Substanz von einander abwichen, wurde den bei solchen Versuchen allerdings unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zugeschrieben. — Die Differenz wurde vernachlässigt, da man von der Ansicht ausging, jeder elastische Körper verhalte sich gleich gegen eine Kraft, in welcher Richtung dieselbe auch auf ihn einwirke.

Diese Ansicht ist nicht richtig und hat, obgleich noch sehr verbreitet, namentlich bei den das Eisen betreffenden Untersuchungen zu einer falschen Deutung der Versuche und zu Vernachlässigung richtiger Beobachtungen geführt.

Die Natur des Eisens wurde dadurch in ein falsches Licht gestellt, der Verlauf dieser Mittheilungen bringt deshalb nähere und eingehendere Auseinandersetzungen darüber.*)

Die Versuche über Elasticität fallen bei den meisten Körpern mit denen über die Festigkeit derselben zusammen, es ist daher angemessen, beide zusammen zu besprechen und dabei gleich die Beziehungen der Elasticitäts- zur Festigkeitsgrenze zu erläutern, welche den Gebrauch der betreffenden Substanz zu Bauconstruktionen am Genauesten bestimmen.

Festigkeit des Roheisens; Messungen; Kritik derselben; Versuche von Hodgkinson, Morin, Guettier u. A. Schlussfolgerungen für die Anwendung des Gusseisens in Bauwerken und Maschinen; Säulen und Träger.

§. 51. Wenn der einer äusseren Gewalt ausgesetzte Körper bleibende Veränderungen in seinem Volumen angenommen hat und die Elasticitätsgrenze be-

*) Für die praktischen Bedürfnisse, wo ohnehin Sicherheitscoefficienten angewendet werden, ist es gleichgültig, wie man den Elasticitätsmodul ableitet. Für das hier behandelte Thema aber kommt es zunächst darauf an, aus den noch unzusammenhängenden und unvollständigen Angaben über die Elasticität und Festigkeit des Eisens die wahrscheinlichsten Schlüsse für die Constitution desselben zu ziehen; jede Polemik gegen diese Ansichten, welche noch von Autoritäten vertreten werden, ist vermieden.

Digitized by Google

reits überschritten ist und man fortfährt, die Kraft auf den Körper wirken zu lassen, tritt ein Zeitpunkt ein, wo eine vollkommene Zerstörung der Cohäsion mehr oder minder plötzlich stattfindet.

Der Widerstand, den der Körper bis zu diesem Punkte der Last leistet, auf einen bestimmten Querschnitt des belasteten Körpers bezogen, ergiebt die Grösse der Festigkeit desselben. Je nach der Richtung der Kraft zur Axe des Körpers giebt man der Festigkeit Beiworte, welche das Verhältniss näher bezeichnen.

Absolute Festigkeit nennt man den Widerstand gegen das Zerreissen, Rückwirkende Festigkeit den gegen das Zerdrücken, Relative Festigkeit den gegen jede Kraft, welche nicht parallel zur Axe gerichtet ist, also gegen Zerbrechen und Zerknicken, Torsionsfestigkeit den gegen das Zerdrehen.

In neuerer Zeit, s. u. A. Weisbach's Ingenieur, 3. Aufl. 1860, S. 369 u. ff., hat man den schlechten Ausdruck rückwirkend verlassen und anstatt dessen gesagt absolute Festigkeit beim Druck als Gegensatz zur absoluten Festigkeit beim Zug. Das Einfachste und schon vielfach Gebräuchliche wäre, sich nur der Ausdrücke Zugfestigkeit und Druckfestigkeit zu bedienen.

Für unseren Zweck genügt es, die beiden letzten Grössen zu betrachten, denn ihre Werthe bilden die Grundlagen für die Ermittelung der beiden anderen, sind selbst aber von direkten Versuchen abgeleitet.

Der Festigkeitsgrad eines Körpers wird bezeichnet durch den Festigkeitsmodulus, d. h. das in Gewichten ausgedrückte und für eine Querschnittseinheit berechnete Maass der zerreissenden oder zerdrückenden, resp. der zerbrechenden oder zerdrehenden Kraft.

Die Differenzen zwischen den Resultaten der auf die Ermittelung dieses Maasses zielenden Untersuchungen sind noch grösser als die bei der Bestimmung der Elasticitätsverhältnisse, und die Festigkeits-

Digitized by Google

module sind noch schwieriger festzustellen, als die Elasticitätsmodule.

Die Gemenge verschiedener Substanzen bieten die grösste Mannigfaltigkeit und darunter zeichnen sich die unendlichen Roheisensorten vorzugsweise aus.

§. 52. Die Festigkeitsmessungen des Roheisens, von vielen Beobachtern und mit dem verschiedenartigsten Material ausgeführt, bieten, wie schon erwähnt, durchaus nicht die zu einer praktischen Verwendung wünschenswerthe Uebereinstimmung. Für den um die Lösung irgend einer construktiven Aufgabe verlegenen Techniker ist es hiernach schwer, selbst mit den besten Hilfsmitteln Resultate zu erzielen, die keiner Correktion durch Erfahrungscoefficienten bedürften.

Bereits Karsten, Eisenhüttenkunde, 3. Aufl I. §. 54 u. ff. hat dargethan, welche Unterschiede die damals bekannten Untersuchungen über die Festigkeit des Roheisens ergaben und in welchen Abständen namentlich die Bestimmungen der Grenzwerthe sich bewegten. Tredgold's und Duleau's Versuche, die ersten wissenschaftlich behandelten, bilden die Grundlage zu allen späteren, obwohl schon früher Muschenbroek u. A. Bestimmungen der Festigkeit des Eisens unternommen hatten. Diese älteren Versuche haben für die Neuzeit keinen Werth, weil die der Probe unterworfenen Sorten heute nicht mehr dargestellt werden, es oft auch nicht einmal bekannt ist, aus welcher Quelle sie stammten.

Die Schlüsse, welche Tredgold aus den erhaltenen Resultaten zog, welche später von Mathematikern und Mechanikern als Ausgangspunkte für die experimentale und analytische Behandlung der Festigkeitslehre des Roheisens angenommen wurden, basirten auf der schon mitgetheilten unrichtigen Ansicht, dass nämlich der Elasticitätsmodulus denselben Werth habe, die auf den Körper wirkende Kraft äussere sich als Druck, oder als Zug In Folge dieser von der anfänglich rein mathematischen Auffassung der ganzen Frage herrührenden Voraussetzung, welche sich, als die Versuche umfassender angestellt wurden, nicht

Digitized by Google

stichhaltig erwies, die man aber für die Verhältnisse innerhalb der Elasticitätsgrenzen dennoch beibehielt, war man gezwungen, in den praktischen Berechnungen künstliche Operationen einzuführen, die bei einer weniger befangenen Anschauung hätten vermieden werden können.

Vor Kurzem erst ist in einem kritischen Aufsatze (Allgemeine Bauzeitung von Foerster 1865, 2. und 3. Heft, nach einer französischen Quelle) die Tredgold'sche Anschauung als eine unrichtige bezeichnet und die Klarheit der auf die neueren Versuche, namentlich die von Hodgkinson gegründeten Schlüsse und deren Uebereinstimmung mit einigen der älteren aber unbeachtet gebliebenen hervorgehoben worden.

Die Hauptpunkte dieses Aufsatzes werden mitgetheilt und diskutirt werden, so weit es der Umfang dieser Arbeit zulässt, zuvor aber sei es gestattet, an einem der bedeutendsten Schriftsteller unseres Faches zu zeigen, welchen Einfluss die Elasticitätsgesetze auf die Anschauungen der Praktiker gehabt haben.

Man stelle sich die von Karsten, Eisenhüttenk. I. §. 57 u. 59, S. 249 u. 252 u. ff. gemachten Aeusserungen zusammen und vergleiche die ausgesprochenen Grundsätze untereinander.

Nachdem S. 249 die von Tredgold und Duleau aufgestellte Ansicht über die Elasticitätszustände unter Zug und Druck als theoretisch offenbar durchaus richtig bezeichnet, wird über die Pictet'schen Versuche berichtet und dabei constatirt, dass die einzelnen Verkürzungen mit der drückenden Kraft in keinem Verhältnisse stehen, und dass auch bei einem Stabeisenstabe die Annahmen von Tredgold und Duleau nicht bestätigt worden sind.

Nach Anführung der Rondelet'schen Versuche mit Schmiedeeisen und der Rennie'schen über Zerdrücken von Roheisen sagt Karsten, S. 252, wörtlich: „Diese Resultate stehen mit den Erfolgen, welche „das Roheisen beim Zerreissen giebt, durchaus nicht „im Einklange. Es erscheint daher, dass die rück„wirkende Festigkeit des Roheisens in einem ausser-

Digitized by Google

„ordentlich hohen Verhältniss grösser sein muss, als „seine absolute Festigkeit, wovon sich jedoch der „Grund in der Theorie nicht einsehen lässt."

Auf S. 254 theilt Karsten die in Gleiwitz von ihm selbst angestellten Versuche mit, welche sehr interessant sind, da nicht blos aus homogenen Eisenmassen herausgearbeitete Stücke der Probe ausgesetzt wurden, sondern auch Stücke, welche, gleich in der zum Versuche nothwendigen Grösse im Guss ausgeführt, unter der Gusshaut ein anderes Gefüge zeigten, als im Kern des Stückes.

Weiter, S. 255, erwähnt Karsten nur beiläufig der Hodgkinson'schen Versuche (nachdem er dessen Resultate in Bezug auf **Zug** bereits S. 245 u. 246 angeführt) und sagt dann:

„Aus diesen schwankenden Resultaten lässt sich „**nur** der sichere Schluss ziehen, dass die rückwirkende „Festigkeit des Roheisens bedeutend grösser ist, als „die des Stabeisens, und dass das graue Roheisen eine „geringere rückwirkende Festigkeit besitzt, als das „weisse. Wo also Lasten zu unterstützen sind und „drückend getragen werden müssen, wird das Roheisen „zweckmässiger anzuwenden sein, als das Stabeisen. „Bei Hängewerken aber, überhaupt in allen Fällen, „wo die absolute Festigkeit des Eisens in Anspruch „genommen wird, ist das Stabeisen dem Roheisen vor„zuziehen."

Genauere und wissenschaftlicher definirte Schlüsse vermochte Karsten nicht aus so vielen Resultaten zu ziehen und er erwähnt die damals neuen und noch heute die Hauptgrundlage bildenden Versuche Hodgkinson's nur beiläufig.

Die Schuld daran kann lediglich dem Festhalten an den durch die Tredgold'schen Elasticitätsgesetze neu unterstützten alten Ansichten über die Wirkung äusserer Kräfte auf die Körperwelt zugeschrieben werden.

§. 53. Nach den Versuchen von Hodgkinson*)

*) Das Detail dieser Versuche ist in dem bereits citirten Wiebe'schen Werke nachzulesen. (I. §. 27—30.)

Digitized by Google

ergaben sich für das Roheisen die nachstehend aufgeführten Sätze:

1) Die Widerstände des Gusseisens sowohl gegen Zug, als gegen Druck sind den Querschnitten der in Anspruch genommenen Stäbe proportional.

2) Der Widerstand des Gusseisens gegen Druck allein ist proportional der Länge der gedrückten Stäbe, sobald dieselben gegen Zerknicken geschützt sind.

3) Die Formveränderungen, Verlängerung und Verkürzung, sind bis zu einer bestimmten Grenze proportional den Belastungen.

Diese Grenze ist erreicht
bei Zug mit ca. 6 Kilogr. pr. Quadr.-Millim.
bei Druck mit ca. 17,4 Kilogr. pr. Quadr.-Millim.

Vorstehende beiden Angaben gleichen den von Wiebe gemachten, wonach die Elasticitätsgrenze
bei Zug einer Belastung von 8100 Pfd. pro Qu.-Z. pr.
bei Druck einer „ „ 23700 „ „ „ „
entspricht.

4) Die Formveränderungen zeigen unter sich ein ungleiches Verhalten; denn die Verlängerungen nehmen in einem rascheren Verhältnisse zu, als die Verkürzungen bei fortschreitenden Belastungen.

5) Die elastischen Compressionen, d. h. die Differenz der totalen und der bleibenden oder permanenten Compressionen, sind der Belastung ebenfalls bis zu einer bestimmten Grenze proportional, doch ist diese Grenze eine andere, als die sub 3) angegebene und tritt bei einer Belastung von 23,27 Kilogr. pro Quadrat-Millimeter ein.

Die neueren Experimente des Generals Morin in dem Conservatoire des Arts et Métiers haben ergeben, das die von Hodgkinson beobachtete Permanenz der Verlängerung belasteter Körper innerhalb der Elasticitätsgrenze durch ein Nachgeben der Verbindungspunkte (Verschraubungen) an den von

Digitized by Google

Hodgkinson zusammengekuppelten Stäben enstanden sein müsse, da die Ausdehnungen eines 22—24 Met. langen und 0,2 Millim. starken Eisendrahtes wieder verschwanden und da die bei verschieden grossen Belastungen innerhalb der Elasticitätsgrenzen berechneten Elasticitätsmoduls ziemlich constant einen und denselben Mittelwerth (1,964,346 Kilogr. pr. Quadr.-Centim. oder 26,833,000 Pfd. pr. Quadr.-Zoll) ergaben (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. Bd. VII., S. 103 u. 104, Mittheilung von G. aus den Comtes rendus, Fevrier 1862).

Da diese neueren Versuche Morin's sich nur auf Schmiedeeisen beziehen, so könnte man nur durch Analogie Schlüsse auf ähnliche Incorrektheiten bei den Hodgkinson'schen Versuchen mit Gusseisen ziehen, welches besser späteren Versuchen vorbehalten bleibt.

6) Die absoluten Werthe der permanenten Compressionen können bis zu einer Belastung von 10 bis 12 Kilogr. vernachlässigt werden. Wiebe giebt die Elasticitätsgrenze, also 17,4 Kilogr. pro Quadrat-Millim., dafür an.

7) Berechnet man aus den Hodgkinson'schen Versuchstabellen den durchschnittlichen Elastitätsmodulus, d. h. den Quotienten der wirkenden Kraft durch den beliebig auszudrückenden Querschnitt innerhalb der Grenzen vollkommener Elasticität, welche unter 3) angegeben sind, so erhält man für den Zug bis zu 6 Kilogr. pro Quadr.-Millim. 9096,070 Kilogr., für den Druck bis zu 17,4 Kilogr. pro Quadr.-Millim. 8804,764 Kilogr. pro Quadr.-Millim.

Das Roheisen erscheint hiernach elastischer gegen Zug als gegen Druck, wenn es nicht über seine Elasticitätsgrenze hinaus in Anspruch genommen wird.

Die bei Wiebe mitgetheilten Tabellen über die Versuche von Hodgkinson, welche bei Zug bis zur Bruchbelastung von 15095 Pfd., bei Druck bis zu 36628 Pfd. pr. Quadrat-Zoll gehen, ergaben bei Berücksichtigung sämmtlicher Zwischenwerthe die Durchschnitte 12,444,444 Pfd. pr. Quadr.-Z. als Elasticitäts-

Digitized by Google

modul für Zug, 11,927,272 Pfd. pro Quadr.-Zoll als Elasticitätsmodul für Druck, welche resp. Belastung von 9096,888 Kilogr. pro Quadrat-Millim. und von 8718,835 Kilogr. pro Quadrat.-Millim. entsprechen, also den obigen Werthen (die bei Foerster a. a. O. nachzulesen sind) ziemlich nahe kommen.

Wiebe, indem er blos das arithmetische Mittel der Grenzwerthe beider Tabellen, die einander nicht entsprechen können, zieht, erhält als Durchschnittswerthe

11,330,000 Pfd. pro Qu.-Z. für Zug,

11,600,000 „ „ „ „ Druck und berechnet hieraus, um der Tredgold'schen Lehre gerecht zu werden, das Mittel von

11,500,000 Pfd. pro Qu.-Z. als gültigen Elasticitätsmodulus für das Gusseisen.

8) Die Bruchbelastung oder der Festigkeitsmodulus beträgt nach den Resultaten von Hodgkinson (als Durchschnitt von 17 Versuchen mit guten englischen Roheisensorten)

für Zerreissen 11257 Kilogr. pro Qu.-Millim.*),

für Zerdrücken 73538 Kilogr. pro Qu.-Millim.

Wiebe, a. a. O. S. 183 giebt für Zerreissen 15400 Pfd. pro Qu.-Z., für Zerdrücken 100,000 Pfd. pro Qu.-Z.,

Weisbach, Ingenieur, S. 370, dagegen

für Zerreissen 16000 Pfd. pro Qu.-Z.,

für Zerdrücken 100,000 Pfd. pro Qu.-Z. als Festigkeitsmodulus an.

§. 54. Die vorstehenden Angaben bezeichnen die Durchschnitte der erzielten Versuchsresultate.

Die Maximal- und Minimalwerthe liegen ziemlich weit auseinander und betragen beispielsweise

für die Zugfestigkeit 12500 und 18850 Pfd. pr. Qu.-Z.

für die Druckfestigk. 78600 u. 128,300 „ „ „

nach den Versuchen von Hodgkinson (vergl. Wiebe I. S. 167, §. 27 u. S. 183 §. 30).

---

*) Minard & Desormes hatten bereits 11320 Kilogr. pro Quadrat-Millim. als Zugfestigkeit des Gusseisens gefunden.

Digitized by Google

Diese ausserordentliche Verschiedenheit in der Festigkeit des Eisens verursacht die Vorsicht, dass die Baubehörde bei der Controle öffentlicher und Privatbauten die gestattete Belastung noch weit unter die gefundenen niedrigsten Bruchwerthe setzen. Nach einer Mittheilung von R. W. in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. VI. S. 402 u. 403, gelegentlich einer Beurtheilung der Cohen'schen Tabellen, gestattet die Baubehörde in Berlin

3000 Pfd. pro Quadr.-Z. als höchste zulässige Zugbelastung,

21000 Pfd. pro Qu.-Z. als höchste zulässige Druckbelastung.

Hieraus ergiebt sich eine fünffache Sicherheit.

Die Benennungen „fest", „sehr fest" u. s. f. erscheinen hiernach ausserordentlich relativ. „Fest" kann man jedes Eisen nennen, dessen Festigkeitsmodulus den dafür allgemein giltigen Mittelwerth erreicht. Wächst die Festigkeit bis an die gekannten Grenzen, so verdient das Eisen die Benennung „sehr fest".

Karsten nennt z. B. ein Roheisen sehr fest, wenn es über 16850 Pfd. (in altem Gewichte 18000 Pfd.) pro Quadr.-Zoll trägt, ohne zu zerreissen.

Nach den Reports of Experiments on the Strength and other Properties of metals for Cannon (mitgetheilt Dingler 1857, S. 360) ist als Minimum der dort zulässigen absoluten Festigkeit das Bruchgewicht von 20000 Pfd. altem Gewicht pro Quadrat-Zoll, entsprechend 18700 Pfd. neuem Gewicht, festgesetzt. Dass man nicht immer sich nach den giltigen Mittelwerthen richtet, geht u. A. auch daraus hervor, dass Breymann (Eisenconstruktionen, I. Cap. S. 8), trotzdem er sich an die Hodgkinson'schen Versuche anschliesst, das Zerdrückungsgewicht für Gusseisen (das W_2 der von ihm angeführten Moseley'schen Formel für die Berechnung eiserner Säulen) auf 96350 Kilogr. per Quadrat-Millimeter, mithin ca. 131,800 Pfd. pro Quadr.-Zoll angiebt. Auf welchem Versuche dieser hohe Werth beruht, ist nicht mitgetheilt.

Digitized by Google

Bemerkenswerth sind die von A. Guettier in seinem öfter angezogenen Werke gemachten Angaben über die Festigkeit des Eisens. Sie bilden den ersten Abschnitt der als Appendice dem zweiten Abdruck der zweiten Auflage angehängten Nachträge, S. 367, sind aber leider nicht so vollständig, als es der Wichtigkeit des Gegenstandes angemessen wäre.

Die von den französischen Eisenbahnverwaltungen und den Leitern öffentlicher Bauten überhaupt als maassgebend angenommenen Probebelastungen des Gusseisens betragen nach Guettier:

für Zugproben 14—15 Kilogr. pro Qu.-Millim.,
„ Druckproben 55—70 „ „ „

Die Versuche, welche die bestimmenden Resultate zuerst ergaben, sind sowohl mit französischem Eisen, als auch mit Mischungen einheimischer Sorten und fremder angestellt worden.

Guettier behauptet, dass man von den Produkten der gutgeführten Etablissements in Frankreich die geforderten Leistungen und das Bestehen der erwähnten Proben erwarten könne, dass aber bei den mit Mischungen in- und ausländischer Roheisenarten unternommenen Versuchen gleiche Resultate nicht erlangt würden. Namentlich wird hervorgehoben, dass die meisten schottischen und englischen Marken sehr geringe Festigkeit zeigten und bei dem Zusammenschmelzen mit französischen Marken deren Haltbarkeit in hohem Grade beeinträchtigten.

Diese Behauptung erhält einen Beweis durch die ausschliesslich mit englischen Sorten angestellten Versuche von Hodgkinson, welche für den Zug etwas über $^2/_3$ der in Frankreich geforderten Leistung ergaben.

§. 55. Die relative Festigkeit des Gusseisens ist ebenfalls durch Versuche für einzelne Fälle ermittelt worden, ein bestimmtes Verhältniss zu den bekannteren Werthen der absoluten Festigkeit ist aber noch nicht ermittelt.

Aus letzteren die Tragkraft irgend eines auf relative Festigkeit in Anspruch genommenen gusseisernen

Digitized by Google

Gegenstandes zu berechnen und namentlich die Bruchbelastung zu ermitteln, ist eine complicirte und der Unsicherheit in den Bruchwerthen wegen noch immer ungenaue Arbeit.

Für Giessereien, die sich mit Bauguss abgeben und oft in die Lage kommen, Garantieen bestimmter Belastungen für gegebene Dimensionen übernehmen zu müssen, die also zur Prüfung der an sie gemachten Ansprüche der complicirten Rechnungen bedürfen, ist das Anstellen von Bruchproben durchaus nothwendig, um eine Ansicht von den Eigenschaften des eigenen Gusses zu gewinnen.

Die Proben werden an freiaufliegenden Stäben von einem messbaren Quadrat-Querschnitt angestellt und die Belastung bei einer bestimmten Entfernung der Stützpunkte durch in der Mitte angehängte Gewichte bewirkt.

In dieser Weise erhielt Hodgkinson als Mittel von 21 Versuchen mit Eisen, welches bei heisser Luft erblasen war, 445,5714 Pfd.; von 22 Versuchen mit Eisen, welches bei kalter Luft erblasen war, 456,9090 Pfund Bruchbelastung für Stäbe von 1 Quadratzoll Querschnitt und $4^1/_2$ Fuss freiligender Länge.

Die Durchbiegung kurz vor dem Bruch variirte zwischen, 1,890 Zoll und 1,09 Zoll für das heiss erblasene, sowie zwischen 2,224 und 1,01 Zoll für das kalt erblasene Roheisen. (Wiebe I. §. 32, S. 202.)

Die Resultate, die Hodgkinson bei späteren Versuchen mit halb so grossen Entfernungen erhielt, sind leider in unserer Quelle nicht angegeben. Aus denselben würde ein Schluss auf die Steifigkeit des Roheisens sich leicht haben ziehen lassen, welche doch die bei der Ermittelung relativer Festigkeit die hauptsächlich in Betracht kommende Eigenschaft ist. Hat man sich bei dergleichen Versuchen auch über die relative Elasticitätsgrenze des betreffenden Eisens unterrichtet und dieselbe zur Bruchbelastung in dem richtigen Verhältniss wie 1 zu 4—5 gefunden, so kann man mit hinlänglicher Sicherheit alle auf die bei der Elasticitätsgrenze herrschende Belastung bezogenen Construktionen

Digitized by Google

der zu Grunde gelegten und geforderten wirklichen Belastung aussetzen und alle Garantien leisten, welche die Käufer beanspruchen.

Guettier in den Nachträgen seines Werkes über Giesserei, die im vorigen §. bereits erwähnt worden sind, bringt unter den Vorschriften der französischen Eisenbahningenieure auch diejenigen, welche sich auf relative und Stossfestigkeit beziehen.

Das Gusseisen soll bei der Biegung einer Bruchbelastung von 15—16 Kilo pr. Quadratmillim. widerstehen; ferner soll ein 4 Quadratcentim. grosser, 16 Centimeter freiligender Stab den Schlag einer 12 Kilogr. schweren und 50 Centim. hoch fallenden Kugel aushalten, ohne zu brechen.

Die erste Angabe ist ungenau, weil daraus nicht hervorgeht, in welcher Weise der zu biegende Körper befestigt ist.

Die übrigen Festigkeitswiderstände des Gusseisens werden nicht weiter erläutert. Die Versuche und Schlüsse daraus findet man leicht in den betreffenden Fachschriften über Mechanik u. s. w. Ein vollständiges Verzeichniss aller Schriftsteller, welche Versuche über Elasticität und Festigkeit beschreiben, findet man im 9. Bande des Civilingenieurs S. 405 u. ff., wo durch Professor Winkler werthvolle Resultate eigener Zusammenstellungen und Schlüsse daraus gegeben sind.

Dieselben weichen von den im §. 53 gegebenen erheblich ab, indem der

Elasticitätsmodul = 10120 Kilogr. pro Quadratmillim.,
der Grenzwerth für Zug . . . . = 6,60 „ „ „
der Grenzwerth für Druck . . = 16,50 „ „ „
der Festigkeitsmodul für Zug = 13,20 „ „ „
der Festigkeitsmodul f. Druck = 79,20 „ „ „ beträgt.

Die Zahlen sind mit Ausnahme der Grenzwerthe alle grösser, als die früher angegebenen, welche allein

Digitized by Google

nach den Versuchen von Hodgkinson abgeleitet waren.

§. 56. Aus den mitgetheilten Resultaten ergiebt sich von Neuem, dass bei der Ausführung von Bauten, Maschinentheilen, Geräthen u. s. f. das Gusseisen vorzugsweise als Material für die stätzenden und gedrückten Theile, so wie für alle Gefässe und Geräthe gewählt wird, welche keine expandirenden Substanzen enthalten und keine plötzlichen oder heftigen Widerstände überwinden sollen. Es ist nicht möglich, hierbei eine genaue Grenze zu ziehen, weil die technische Darstellung der Maschinenstücke u. s. f. den Construkteur in einzelnen Fällen zwingt, ein anderes Material, als dem obigen Grundsatz entsprechend wäre, zu wählen.

Ausserdem verbieten ökonomische Rücksichten sehr oft, dem rein Wissenschaftlichen Folge zu geben, denn einer leichteren, weniger umständlichen Darstellung entspricht ein billigerer Erzeugungspreis, der, wie in jeder Industrie, auch hier den Ausschlag giebt und dem Giessereigebiete eine Menge auszuführender Gegenstände zuweist, die in anderen theureren Materialien hergestellt, mehr ihrem eigentlichen Zweck entsprechen würden.

Gusseisen qualificirt sich, ausser zu allen Arten Haus- und Küchengeräthen, zur Herstellung von Säulen, Balken und Trägern, Consolen, Treppen, Gittern, Balustraden und allen Arten Ständer; bei dem Maschinenbau zur Darstellung der Dampfcylinder, Kolben, aller hohlen Räume; als Armaturen für Dampfkessel, Röhrenleitungen, Ventilkästen, Pumpenwerke, Mühlen und Walzwerkstheile aller Art.

Die besonders hervorgehobenen Bauconstruktionen werden in der Neuzeit von den meisten Giessereien, auch wenn keine wirklichen Constructionsateliers mit denselben verbunden sind, vollständig fertig aufgestellt geliefert und einzelne Werke, z. B. in neuester Zeit Lanchhammer, exportiren dergl. fertig hergerichtete eiserne Bauten, oft mit dem verschwenderischsten Luxus verziert, in grösserer Menge.

Digitized by Google

Jeder Giessereitechniker ist daher jetzt mehr oder minder Bautechniker geworden und von seiner geschickten Disposition des Materials hängt es allein ab, ob dergl. Bauten mit Nutzen oder mit Schaden ausgeführt werden, denn die Besteller begnügen sich, nach Einsicht der Dessins zu den Verzierungen, den Werken die Bauskizze der auszubauenden Räume zu überreichen und überlassen alle Details dem Ermessen des leitenden Technikers. Da alle dergl. Bauconstruktionen in Bezug auf ihre relative Festigkeit in Anspruch genommen werden, erscheint es nicht überflüssig, hier einige Winke, die wirklichen Erfahrungen entsprossen sind, den Betrachtungen über Elasticität und Festigkeit anzuschliessen.

Sichere Resultate bei möglichster Materialersparniss werden erzielt, wenn man den geforderten Widerstand oder die bedingte relative Festigkeit allein zu erreichen bestrebt ist und z. B. bei den Säulen einen grossen Durchmesser, bei den Balken, Consolen und Wangen eine grosse Profilhöle als Hauptpunkte im Auge behält.

Diesen Dimensionen hauptsächlich ist der Bruchwiderstand proportional und man kann sie als die Hauptdimensionen von den anderen unterscheiden, — ein Ausdruck, der hier nicht mit der grössten räumlichen Ausdehnung zusammenhängt, sondern mit der bedeutendsten statischen Wirkung sich verbinden soll.

Wenn dieses berücksichtigt wird, ist man im Stande, in der Verminderung der Materialstärken die äusserste Grenze der Darstellung zu erreichen, ohne der Haltbarkeit Eintrag zu thun.

Viele Beispiele aus der Praxis können darthun, dass bei richtiger Bestimmung der Hauptdimensionen die Eisenstärken klein genug sein können, um durch Guss unausführbar zu werden.

Ein sehr gebräuchlicher Artikel sind Säulen aus Gusseisen, in den Längen von 6—12 Fuss zur Stütze von Balken, Thor- oder Fensterbogen, auch zum Aufführen von Kreuzgewölben in Stallungen anstatt der sonst üblichen Steinsäulen verlangt. Je grösser der

Digitized by Google

Durchmesser der Säulen gestattet wird, um so schwächer kann die Eisenstärke sein. Man nimmt allgemein an, dass eiserne Säulen leichter zerknickt, als gedrückt werden können und dass, sobald die Länge der Säulen > als der 20fache Durchmesser wird, auch die Zerknickung in den Kreis der Rechnungen gezogen werden muss. (Vergl. Weisbach's Ingenieur S. 396.)

Für die absolute Druck-, so wie für die Zerknickungsfestigkeit allein sind von Hodgkinson und A. Formeln aufgestellt worden, die man in den betreffenden Schriften leicht nachlesen kann; für Bruchfestigkeit der Säulen unter dem Einflusse des Druckes und des Zerknickens hat der Engländer Moseley eine Formel mitgetheilt, die sich u. A. in Breymann's Eisenconstruktionen Kap. I. S. 8 u. ff. erwähnt findet.

Aus allen Angaben über die Trägfähigkeit eiserner Säulen, so sehr die dabei gebrauchten Coefficienten auch von einander abweichen, geht hervor, dass die Festigkeit mit zunehmendem Durchmesser wächst, dagegen mit zunehmender Länge abnimmt.

Wenn man durch einen möglichst senkrecht gehaltenen Druck die Säulen belastet und für eine genaue Stellung und Befestigung derselben sorgt, ist man im Stande, auch ein ungünstiges Verhältniss des Durchmessers zur Länge noch nützlich zu verwenden. Dem Verfasser ist ein Fall bekannt, wo zur Unterstützung eines Schleppdaches eiserne Gasröhren von 6 Z. Durchmesser, $^2/_8$ Z. stark und $9^1/_2$ F. lang verwendet wurden. Der betreffende Bauherr hatte auf den durch ungenügenden Verband im Dach entstehenden Seitenschub nicht gerechnet, die Säulen kamen aus der vertikalen Lage und bei einem heftigen Sturme, der frei auf das Gebäude wirken konnte, trat der Bruch derselben plötzlich ein. In diesem Falle war zwar das Dimensionsverhältniss von 1 : 20 noch nicht erreicht, doch hatte man fehlerhafte, bei der Probe zurückgelegte Rohre als genügend befunden und so mögen einige Gussfehler, Schweissstellen und ungleiche

Digitized by Google

Eisenstärken u. dgl. bei der plötzlichen Zerstörung mitgewirkt haben.

Da bei freistehenden Säulen immer ein gewisses Anschliessen an die Formen der Architektur verlangt wird, also eine Verstärkung der Fussenden zu einem Sockel, der Kopfenden zu einem kapitälartigen, in die Kopfplatte übergehenden Wulste, so ist es auch nothwendig, um diese Details sauber herstellen zu können, nicht unter eine bestimmte Eisenstärke herunterzugehen.

Nur da, wo Cementsäulen oder Pilaster eiserne, oft paarweise gestellte und verbundene säulenartige Stützen verkleiden sollen, verlangt der Käufer mit Recht die möglichste Sparsamkeit im Durchmesser und gleichzeitig in der Eisenstärke. Da in diesen Fällen eine sichere Befestigung der Säulen in der nothwendigen vertikalen Stellung meistens stattfindet, vermag der Giessereivorstand um so eher die Bedingungen zu erfüllen und noch eine längere Garantie zu gewähren.

Werkstätten, wie die meisten städtischen Giessereien, die einen grossen Theil ihrer Thätigkeit den Bauten zuwenden, erreichen in der Leichtigkeit und Schlankheit des Säulengusses eine hohe Vollkommenheit und werden selten durch die Concurrenz auswärtiger und billiger producirender Hüttenwerke dauernd verdrängt.

Die genaue Kenntniss der jedesmaligen Aufgabe und die Reihe von Erfahrungen, verbunden mit der in der Regel grösseren Geschicklichkeit ihrer Arbeiter, ermöglichen den städtischen Fabriken eine freiere Bewegung in den durch die Eigenschaften der Materialien gesteckten Grenzen.

Aehnliche Vortheile wie bei dem Säulenguss gelten bei der Anfertigung horizontal oder schräg liegender Träger, Treppenanlagen u. s. f. Hierbei namentlich ist es erwiesen, dass für bestimmte Leistungen, welche eine richtige Ausführung der Hauptdimensionen aus äusseren Gründen unmöglich machen, die reichlichste Abmessung in den Stärken der Profile nicht

Digitized by Google

ausreicht, den verlangten Widerstand zu leisten, da die **Höhe** derselben diesen allein hervorbringt.

Man wählt also zu den Winkeln der Consolen für Balkons, zu den Treppenbalken und Wangen u. s. f. möglichst hohe Profile, denn die Bruchmomente von Körpern, die untereinander verhältnissmässig, d. h. durch gleiche Coordinatengesetze hervorgebrachte Profile haben, verhalten sich wie die Produkte aus der Breite und dem Quadrat der Höhe. (Winkler a. a. O. S. 420.)

Bei Geländern, welche aus Stabgittern bestehen, wirkt die zerbrechende Kraft nicht vertikal, sondern horizontal und perpendiculär zur senkrecht angestellten Fläche des Gitters, denn nur durch das Anlehnen wird ein Gitter gewöhnlich in Anspruch genommen. Man macht deshalb das Profil der Gitterstäbe nicht quadratisch oder rund, sondern am besten oblong und elliptisch. Eine Vorsicht, die nicht immer beobachtet wird.

Bei dem Umbau von Häusern zu Geschäftslokalen unter Beibehaltung der Etagenhöhen, Treppen, oft auch der Façaden kommt es vor, dass tragende Wände entfernt werden müssen und an deren Stelle eiserne Balken die Last unterstützen sollen. In diesem Falle können dieselben, wenn sie nicht sichtbar aus dem Plafond hervortreten sollen, nicht höher werden, als der Zwischenraum zwischen der Dichtung des oberen und der Decke des unteren Raumes. Obgleich es architektonisch richtiger ist, die Natur der Leistung eines Bautheils durch sein angemessenes Erscheinen dem Auge des Beschauers zu erklären, wird bei solchen Umbauten meistens eine glatte Decke als höchst wünschenswerth bezeichnet. Der Zwischenraum, welcher die Höhe des Trägers bestimmen soll, steht in keinem Verhältniss zur Spannweite desselben, da er bei der Erbauung des Hauses durch die jetzt eben aufgehobene Existenz einer tragenden Wand mittelbar bedingt wurde.

Man kann immer annehmen, dass die gestattete Höhe kaum die Hälfte der statisch richtigen beträgt, und wenn überhaupt noch die Anwendung des Gusseisens rathsam erscheint, belastet man das Gebäude

Digitized by Google

mit dem 2—3fachen des normalen Balkengewichtes, ohne die gleiche Sicherheit zu haben.

Es kostet dasselbe, den Balken in der Decke hervorspringend und ihn an einer passenden Stelle durch eine schlanke Säule tragen zu lassen, wobei es möglich wird, die leichtesten Verhältnisse zu wählen.

Dieses sind nur einige Beispiele; ausführlicheren Betrachtungen über den Gusseisenbau, die aber nicht hierher gehören, muss ein näheres Eingehen vorbehaltenb leiben.

Steigerung der Festigkeit des Roheisens durch verschiedenartige Behandlung beim Umschmelzen und Erstarren.

§. 57. Eine wichtige Frage ist: Wie vergrössert man die Festigkeit des Gusseisens, welche Faktoren wirken günstig, welche nachtheilig auf dieselbe? Ihre Behandlung und Beantwortung schliesst sich direkt an das Vorhergehende an.

Eine wesentliche Vermehrung der Festigkeit des Gusseisens tritt jedesmal ein, wenn es gelingt, dasselbe durch einen gut geleiteten Umschmelzprozess zu reinigen und von denjenigen Substanzen zu befreien, deren Dasein stets nachtheilig auf die Eigenschaften einwirkt.

Bei manchen Sorten genügt einfaches Umschmelzen, bei anderen muss der Schmelzprozess so ausgedehnt werden, dass die Verbrennungsprodukte der Kohlen Zeit haben, auf das Eisen zu wirken, bei beiden ist aber nothwendig, dass vor dem Abstechen das Eisen vollkommen flüssig gemacht und einem mässig langsamen Erstarren überlassen wird; dadurch, dass auf diese Weise eine ruhige Krystallisation begünstigt und diejenige Textur hervorgerufen wird, welche dieser Eisensorte zukommt, erzielt man stets eine weit grössere Festigkeit, als bei raschem Erstarren desselben Eisens. Diese Beobachtung hat der Oberhütteninspector Schott auf der XIII. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure zu Hannover in seinem Berichte über die Krystallisation des Gusseisens bestätigt und nach den in Ilsenburg gemachten Versuchen behauptet:

Digitized by Google

„Die Festigkeit des Gusseisens hängt „lediglich von der Zusammenreihung der „Krystalle des erstarrenden Eisens ab „und kann man es dahin bringen, ein „sehr festes Eisen auch hinreichend flüssig darzustellen."

(Aus den Versammlungsberichten in der Allgem. Bauzeitung, XXVIII. 1863, 6—12. Heft und Civil-Ingenieur, X. Lit. u. Notizbl. Nr. 2. — Berg- u. hüttenm. Zeitung 1863, S. 334.)

Die Texturveränderungen, welche in den §§. 38 bis 41 als Resultate einer verschiedenen Leitung des Umschmelzverfahrens erklärt wurden, bilden die sichtbaren Kennzeichen für die gleichzeitige Aenderung der Cohäsionskräfte des Eisens, denn sie hängen innigst damit zusammen. Aus der Textur kann man also ganz leicht einen Schluss auf die stattgehabte Wirkung des Umschmelzprozesses ziehen.

Fairbairn hat im Auftrage der British Association Versuche unternommen, welche dargethan, dass sehr grobkörniges engl. Roheisen durch wiederholtes Umschmelzen in einem Cupolofen fester werde und dass eine Abnahme der Festigkeit desselben erst nach einer grossen Zahl von Umschmelzungen plötzlich eingetreten sei.

(S. Wiebe a. a. O. I. S. 226.)

Auf der Eisengiesserei bei Gleiwitz O/S. hat man die Erfahrung gemacht, dass das einfache Umschmelzen des Roheisens, namentlich in gutziehenden Flammöfen und bei kleineren Einsätzen, die Qualität sehr verbessere, dass aber bei dem Verschmelzen grosser Alteisenstücke ein wiederholtes Umschmelzen bessere Resultate liefere, als das einmalige noch so sorgfältig ausgeführte Legiren.

Aus den schon angeführten Reports of Experiments etc. (welche in Dingler Bd. 155. S. 360 sehr unvollständig nach dem Mechanics Magazine von H. mitgetheilt sind) geht hervor, dass eine bedeutende Zunahme sowohl der Festigkeit, als der Dichtigkeit des Roheisens nach dem Umschmelzen bei den ange-

Digitized by Google

stellten amerikanischen Untersuchungen nachgewiesen worden ist.

Die Festigkeitsvermehrung erreichte nahezu 18000 Pfund pro Quadratzoll (ob altes oder ausl. Gewicht, ist nicht angegeben), konnte aber nur nach mehrmaligem Umschmelzen oder durch längeres Halten des flüssigen Metallbades erreicht werden.

Das Metallbad zeigte bei der Probe

15	Minuten	in	Fluss	erhalten	20336 Pfd.
$2^1/_2$	Stunden	„	„	„	27456 „
$4^1/_2$	„	„	„	„	29227 „
$6^3/_4$	„	„	„	„	36312 „
$7^3/_4$	„	„	„	„	37552 „

Die Veränderung des Eisens ist zuerst am raschesten und geht dann langsamer vor sich; nach den vorstehenden Reihen steigen die Festigkeitsmodule in zuerst rascher, dann langsamerer Weise.

Die Dichtigkeit wuchs vom ersten zum letzten Versuch von 7,175—7,343.

Bemerkenswerth erschien, dass nur graue Roheisensorten solche Resultate zeigten; hellere ergaben zwar eine Zunahme der Dichtigkeit, aber eine Abnahme der Festigkeit.

Wiebe erwähnt (a. a. O. I. S. 224) ein Verfahren des Oberingenieurs Wilken in der Egells'schen Fabrik in Berlin; derselbe leitete in das bereits in die Giesspfanne abgelassene Eisen einen Luftstrom, welcher ein heftiges Aufwallen und ausser einer innigeren Mischung eine geringe chemische Einführung verursachte, die sich in der verbesserten Qualität kundgab.

Der Wilken'sche Handgriff ist dem Anfange eines Feinprozesses gleichzuachten und bewirkt eine Entkohlung des Eisens.

Das Umrühren des Eisens mit einer hölzernen Stange, wie es oft geschieht, thut dieselben Dienste und ist leichter anzuwenden.

§. 58. Nicht immer genügt ein bloses Umschmelzen des Eisens, um demselben die verlangten Eigenschaften zu geben; man ist alsdann gezwungen, eine Roheisen-

Digitized by Google

art mit einer anderen zu vermischen, um ein Produkt zu erhalten, welches fester ist, als jeder der einzelnen Bestandtheile.

Schmilzt man harte und zum Abschrecken geneigte Eisenarten (z. B. den grössten Theil der aus leichtflüssigen Beschickungen erblasenen Sorten, also ungarisches, steyerisches, schwedisches Eisen) mit graphitreichem, aber weniger reinem, aus strengflüssigen Beschickungen dargestelltem Eisen zusammen, so gelingt es, ein festes und zum Guss brauchbares Produkt darzustellen.

In dieser Weise verbessert man die Festigkeit des Eisens überall da, wo graue und weiche, aber wenig haltbare Sorten vorherrschen, durch zwar theurere aber sehr feste Sorten, die aus einer reineren Quelle stammen und bei kalter Luft, vegetabilischem oder sehr reinem mineralischen Brennstoffe erblasen wurden.

Guettier berichtet, a. a. O. S. 368—369, dass eine Mischung von 70—72 Proc. halbirtem französischen Eisen, 20 Proc. grauen Giessereiabfällen (bocages gris) und 8—10 Proc. dunkelstem schottischen Eisen eine Mischung gegeben habe, welche der Sorte $2^1/_2$ des französischen Handels in Betreff der Haltbarkeit entsprochen und sich als weiches, als halbirtes Eisen gekennzeichnet habe.

Da die meisten französischen Eisensorten Neigung zum Weisswerden besitzen, ist es allgemein Gebrauch geworden, bei dem Umschmelzen derselben englische graphitreichere Sorten zuzusetzen.

Nach den Mittheilungen von Abel, Journ. für prakt. Chem. LXX. 213, giesst man auf der Staatsgiesserei Ruelle in Frankreich die Kanonen aus einer Mischung französischen Holzkohleneisens von dem eigenen und anderen Werken, alter französischer Kanonen und verlorner Köpfe früherer Güsse, welche im Flammofen bei Steinkohlen von Newcastle geschmolzen werden.

In der Kanonengiesserei zu Lüttich schmilzt man heisserblasenes Cokesroheisen mit alten Kanonen, ver-

Digitized by Google

lorenen Köpfen und Holzkohlenroheisen aus der Gegend von Charleroi zusammen und gebraucht zum Flammofenbetriebe die halbanthracitische Steinkohle aus der Umgegend Lüttichs, welche 1 Proc. S, 11,92 Proc. Asche und in derselben 1,6 Proc. P enthält.

Uebrigens verfährt man mit derselben Sorgfalt wie in Ruelle bei dem Umschmelzen und erzielt ein Produkt von ausgezeichneter Festigkeit.

In dem Arsenal zu Woolwich in England hat man, um ein haltbares Material zu Kanonen herzustellen, alle Gegenden der Welt in Contribution gesetzt und die ausgezeichneten englischen Sorten, z. B. Hämatiteisen, mit schwedischem, indischem und neuschottländischem Roheisen gemischt. Die Resultate haben allerdings alle Erwartungen übertroffen, die Herstellungskosten machen aber solche Verfahrungsarten für andere als Kanonengiessereien unmöglich.

§. 59. Analog, wie nach Guettier in Frankreich, verfährt man in Norddeutschland.

Um in Berlin, Breslau und vielen anderen Orten mit Vortheil die harten, zum Abschrecken geneigten und deshalb spröderen schlesischen und westphälischen Sorten verwenden zu können, schmilzt man sie mit grobkörnigem schottischen Eisen und eigenem oder gekauftem Brucheisen zusammen und stellt damit haltbare und feste Theile her.

Je besser das grobkörnige Eisen, um so eher kann man, ohne Nachtheile für den Guss zu verspüren, grössere Mengen Brucheisen zusetzen. Will man vorzüglichen starken Guss erzeugen, der besonders heftigen Einflüssen widerstehen soll, so nimmt man bereits umgeschmolzenes schottisches Eisen, welches in den Giessereiabfällen sich von selbst bietet, mischt es mit gutem schottischen Eisen und einer der einheimischen Holzkohlen- oder Cokeseisensorten. Sehr beliebt sind als solche Zusätze die oberschlesischen Marken, wie Miotek, Paprotzan, Wiesko, Tarnowitz, Hubertush., Eintrachtsh., Donnersmarkh. und die niederschlesischen Marken von Reinerz, Schreckendorf-Vorwärtshütte und Andern.

Digitized by Google

Aus dieser Mischung stellt man vorzugsweise Presscylinder, hohle und massive Walzen, Walzwerks- und Dampfhammertheile her.

Bei Gegenständen, die eine bedeutende Spannung bei dem Erkalten des Gusses bekommen, wenden die Berliner Giessereien auch schwedisches Kanoneneisen von gaarem Gange an, um durch die Vermehrung der Festigkeit das Zerspringen zu verhüten.

Zu gewöhnlichem Guss verwendet man gekauftes Alteisen, Brucheisen und Abfälle vom eigenen Betriebe mit besserem schottischen Eisen gemischt und erzielt sehr gute Resultate.

Bei dergleichen Mischungen, wo die verschiedenartigsten Sorten auf einander wirken sollen, ist ein gleichartiges Niederschmelzen eine Hauptbedingung des gewünschten Erfolges. Je mehr es gelingt, die Mischung zu einer innigen zu machen und ein homogenes Korn zu erzielen, desto sicherer ist auch das Erreichen genügender Festigkeit.

Der Flammofen, gut geführt, übertrifft für solche Zwecke wohl stets den bestgeleiteten Cupolofen, weil die Gichten des Cupolofens nie so gleichmässig niedergehen, als sie aufgegeben sind. Gebraucht man bei dem Flammofen die Vorsicht, die Beschickung, um der entkohlenden Wirkung der Flamme zu begegnen, etwas grauer zu wählen, als man den Guss haben will, so erreicht man immer seinen Zweck.

In solchen Distrikten, wie z. B. Oberschlesien, Mähren u. s. f., wo das englische und schottische Eisen nicht wohlfeil genug ist, um eine allgemeinere Verwendung zu finden, ist es schwieriger, die durchweg härteren einheimischen Sorten zu einem den verschiedenen Forderungen genügenden Guss zu verarbeiten.

In Oberschlesien ist das Eisen härter, aber auch elastischer als die käuflichen schottischen und englischen Marken zu sein pflegen. Man ist deshalb vorzugsweise bestrebt, das leicht eintretende Härterwerden bei dem Umschmelzen zu hindern und recht grobkörniges dunkles Eisen als Zusatz zu bekommen.

Digitized by Google

Da indess, wie früher hervorgehoben wurde, die Erzeugung eines dem schottischen entsprechenden Giessereiroheisens in Oberschlesien noch keineswegs zu den gelösten Problemen gehört, ist man häufig in Verlegenheit und versucht, durch die richtige Leitung des Umschmelzprozesses auf die Qualität des Eisens günstig einzuwirken, ein Bestreben, das nicht immer gelingen kann. Die grobkörnigen Cokesroheisensorten haben nicht immer die verlangte Festigkeit und man ist gezwungen, auch Holzkohlenroheisen mit zu verarbeiten. Der Guss wird zwar sehr fest, seine Härte wächst jedoch mit der Festigkeit und ruft eine vorzüglich der relativen Festigkeit nachtheilige Sprödigkeit und Spannungen im Guss hervor.

Der in den Jahren 1806—25 in Gleiwitz versuchsweise betriebene Kanonenguss liefert den Beweis, dass die oberschlesischen Roheisensorten, sobald man denselben durch Feinprozesse die zur Erreichung gewünschter Festigkeit erforderliche Reinheit geben will, ihre Weichheit verloren und eine Härte erhielten, welche dem längeren Gebrauche der Geschütze im Wege steht.

Wachler, Eisenerzeugung Oberschlesiens, V. Hft., S. 24—25, theilt mit, dass viele der hergestellten Rohre die ersten sehr starken Probeladungen aushielten, später aber oft durch eine weit schwächere Besetzung zersprengt wurden.

Alle Arten harter und massiver Guss werden dagegen aus den eben angeführten Mischungen in guter Qualität hergestellt; zu Walzen mit Kalibern starker Eisensorten, von denen das Paar gewöhnlich 80 bis 90 Ctr. wiegt, legirt man mit Vortheil $^1/_3$ graues Cokesroheisen, $^1/_3$ Holzkohlenroheisen von heller Farbe, oft halbirt und weiss, und $^1/_3$ Walzenbruchstücke, verlorne Köpfe und abgedrehte Zapfen. Feineisenwalzen, die leichter sind und mithin rascher kühlen, erfordern einen weicheren Einsatz, man bricht deshalb an dem Holzkohleneisen und den Walzenbruchstücken ab; schwere Kupfer-, Zink- und Eisenblechwalzen müssen dagegen aus härterem Eisen gegossen werden. In

Digitized by Google

diesem Falle lässt man das Cokesroheisen oft ganz fort und setzt $^1/_2$—$^2/_3$ Bruchstücke und den Rest graues Holzkohleneisen.

Der Zusatz an Feineisen hat nur dann gute Resultate gegeben, wenn dasselbe aus reinen Eisensorten dargestellt war und mit dunklerm festen Cokesroheisen legirt wurde.

Der Guss erreichte zu leicht eine für den Drehstahl verhängnissvolle Härte und man hat in neuester Zeit die Verwendung des in dem Eck'schen Ofen dargestellten Feineisens aufgegeben.

§. 60. Unter den Methoden, die Qualität des Gusseisens, vorzugsweise Cohäsion und Festigkeit zu verbessern, bleibt noch eine in England zuerst angewandte und dort auch patentirte zu erwähnen übrig, die nach dem Patentträger das Morries-Stirling'sche Verfahren genannt wird.

Man setzt zu dem Gusseisen eine bestimmte Quantität Schmiedeeisen in Form von Dreh- und Feilspänen und erzielt dadurch eine nach den Bruchversuchen, die Owen im Auftrage der englischen Admiralität angestellt hat, um ca. 36 Proc. grössere Festigkeit gegen Zerbrechen. (Wiebe a. a. O. S. 228 u. 229.)

Die bei den Proben angewandte Mischung bestand aus 35 Ctr. Staffordshire Eisen Nr. 2, heiss erblasen, und 6 Ctr. Schmiedeeisenabfällen und wurde im Cupolofen eingeschmolzen. Dieselbe Mischung im Flammofen geschmolzen, war um ca. 3 Proc. der vorherigen Festigkeit haltbarer. Das Zusammenschmelzen von Spänen mit Gusseisen im Cupolofen ist nicht ganz leicht, gut und gleichmässig durchzuführen; der Wind treibt immer einen Theil der Späne heraus und diese verbrennen in der Gichtflamme des Ofens; daher wohl der verminderte Effekt.

In Gleiwitz verfolgte man eine andere Methode, theilweise um diesem Uebelstande zu begegnen. Man legte in die Masselformen bei den Hochofenabstichen erwärmte Eisenstücke, alte Formkastenbeschläge und sonstigen Abfall der Schmiede und Schlosserei, welche nun von dem abgestochenen Eisen

Digitized by Google

überflossen und mit demselben verschweisst wurden. Dieses Eisen wurde später im Cupolofen wieder durchgeschmolzen und zu Gusswaaren verbraucht; der Versuch ist aber in dieser Weise nicht wiederholt worden.

Da die Qualität des Hochofeneisens sich nicht sicher vorausbestimmen lässt, so war das eben geschilderte Verfahren nicht genau genug, um die besten Resultate zu geben, und ist deshalb wohl ein Weitergehen unterlassen worden.

Neuerdings wurde durch einen Besteller der Vorschlag gemacht, zum Guss von Walzwerkskuppelungen, die in dem einen speciellen Falle nie lange genug hielten, gegen entsprechende Entschädigung einen Schmiedeeisenzusatz nach dem Stirling'schen Verfahren zu verwenden.

Der Verfasser, damals mit der Leitung des Betriebes beauftragt, liess eine Mischung reiner härterer Eisensorten in einem gut ziehenden Flammofen einschmelzen und den Abstich in eiserne Schalen leiten, in welche erwärmte Schmiedeeisenabfälle gestreut waren.

Die Anwendung der eisernen Schaalen sollte weiter keinen Zweck haben, als die möglichste Reinheit des zu erzielenden Gemisches; als Zusatz verwandte man vorzugsweise die bei dem Betriebe der Kesselschmiede entstehenden Lochabfälle, daneben kleinere Blechschnitzel u. dgl. mehr.

Das Eisen, an sich schon etwas hart, schreckte in den Schaalen sehr stark ab und verschweisste die Abfälle nur unvollkommen.

Bei dem Guss der Kuppelungsstücke wurden in der Folge Zusätze dieses Conglomerats zur gewöhnlichen aus hartem und festem Eisen bestehenden Beschickung des Flammofens gegeben und sehr gute Resultate erzielt. Auch bei dem Copolofenbetriebe gab ein Zusatz dieser Mischung ausgezeichnete Erfolge und die Gusswaaren entsprachen auf das Beste den an sie gestellten Anforderungen. Der frische Bruch war ungemein hakig und rauh, dabei von dunkler Farbe und das Eisen leicht bearbeitbar. Später wurde ver-

Digitized by Google

sucht, die vorgewärmten Abfälle in das bereits eingeschmolzene Eisen zu bringen und auf diese Art eine noch innigere Mischung hervorzubringen. Dieses Mal traten die Eigenthümlichkeiten der neuen Legirung nicht so deutlich hervor; die Wirkung der beiden Bestandtheile auf einander war eine zu plötzliche, um dauernden Einfluss zu haben.

Nach Guettier (a. a. O. p. 369 u. 370) ist das Morries-Stirling'sche Verfahren ein direktes Resultat der in den englischen Eisengiessereien gebieterisch auftretenden Nothwendigkeit, das durch einen hohen Graphitgehalt mürbe gemachte Roheisen theilweise zu entkohlen und durch die Verhinderung der Graphitbildung fester zu machen.

Dennoch soll das Verfahren in England selbst viele Gegner haben, welche behaupten, dass eine Ungleichheit des Kornes, mithin auch eine verminderte Festigkeit die direkte Folge eines Bestrebens sein müsse, heterogene Substanzen vermischen zu wollen.

Jedenfalls liegen dieser Behauptung Resultate zu Grunde, die aber, wie so oft, von einer uncorrekten Ausführung und Missverstehen des patentirten Verfahrens herrühren.

Wendet man unter Beobachtung der nothwendigen Vorsichtsmassregeln zwei Schmelzungen an, so ist ein ungleichmässiges Gefüge in dem Produkt ganz gut zu verhüten. In Frankreich hat man das Stirling'sche Verfahren bereits überall als vortrefflich anerkannt und eingeführt, wo die Produkte der Giessereien eine besonders verlangte Festigkeit besitzen mussten.

§. 61. Man vermehrt die Festigkeit des Eisens auch dadurch, dass man in der Wahl aller zum Schmelzen gehörigen Hilfsmittel möglichst sorgfältig verfährt und sowohl die Brennstoffe, als auch die Luftzuführung besonderer Aufmerksamkeit würdigt.

Am Meisten kann man sich mit den Brennstoffen helfen, die den meisten Giessereien in grosser Auswahl zu Gebote stehen. Gewisse Bestandtheile des Roheisens,

Digitized by Google

die eine schädliche Einwirkung auf die Festigkeit desselben haben, sind, wie z. B. der Schwefel, in den mineralischen Brennstoffen enthalten und gehen aus denselben leicht in das Eisen über, das sich bei dem Umschmelzprozess in Contakt mit den Brennstoffen selbst oder den brennenden Gasen derselben befindet.

Obgleich der Schwefelgehalt der Verwendung des Roheisens zur Giesserei nicht so hinderlich ist und ein gewisser Schwefelgehalt die ursprüngliche Festigkeit sehr beeinträchtigt, so hat man doch viele Versuche gemacht, denselben fortzuschaffen und ist dieses Streben auch erfolgreich gewesen.

Experimente, welche Fairbairn mit dem Crace-Calvert'schen Verfahren bei dem Hochofen- und Cupolofenbetrieb gemacht hat, ergaben: dass die Anwendung von Kochsalz als Gichtenzusatz bei den Hochöfen die Erzeugung eines schwefelfreieren und um $14^1/_2$ Proc. festeren Eisens zur Folge gehabt hat und dass die mit Zusätzen von Kochsalz erzeugten Cokes ebenfalls den günstigsten Einfluss auf die Produkte des Cupolofenbetriebes äusserten.

Die Kosten sollen nach den englischen Angaben so gering sein, dass das etwas mühsame, aber in den Erfolgen lohnende Verfahren überall da eingeführt zu werden verdient, wo man an die Gusswaaren grössere Anforderungen in Betreff der Festigkeit macht.

Die Resultate der Fairbairn'schen Versuche hat Wiebe a. a. O. S. 127 u. 228 zusammengestellt.

Bei der Darstellung von Hartguss braucht man in vielen Giessereien, namentlich den Anstalten, welche vorzugsweise diesen Artikel liefern, die Vorsicht, zur Verbesserung der Eisenqualität alle zum Guss bestimmte Legirungen bei Holzkohlen auszuführen und erst beim Giessen selbst, der grösseren Schmelzhitze wegen, ausgesuchte Cokes zu verwenden. Wenn Abfälle von Hartgussgegenständen zur Fabrikation wieder verarbeitet werden sollen, erscheint das Schmelzen im Holzkohlencupolofen besonders geeignet, einer nachtheiligen Veränderung der Qualität zu begegnen.

Digitized by Google

Die Anwendung des kalten Windes zum Betrieb der Cupolöfen übt einen guten Einfluss auf die Beschaffenheit des Eisens aus, wie auch Guettier, S. 187, nach eigener Beobachtung zugiebt. Weiche dunkelgraue Giessereiroheisensorten, z. B. die schottischen Roheisenmarken, müssen, um feste Produkte ohne Zusatz anderer Eisengattungen geben zu können, mit kaltem Wind geschmolzen werden.

Die Giessereien in Berlin, Wien und a. a. O. arbeiten stets mit Luft von gewöhnlicher Temperatur, wenn sie auf die Qualität des Gusses Werth legen.

Es ist eine anerkannte Thatsache, dass schon beim Hochofenbetriebe die Anwendung des kalten Windes genügt, auf die Festigkeit des Eisens günstig zu wirken, obgleich eine Menge anderer Faktoren dessen Eigenschaften mitbestimmen.

Weisse oder halbirte Roheisensorten, wenn sie bei einem normalen Betriebe gefallen sind, kann man ohne grosse Gefahr für die Festigkeit der Produkte bei heissem Wind im Cupolofen umschmelzen, da sie an Korngrösse und Zähigkeit gewinnen, an Härte und Sprödigkeit verlieren; graue oder dunkle Eisensorten dagegen verlieren stets durch das Verschmelzen bei heissem Wind.

In Gleiwitz, wo seit Einführung der Winderwärmung bis 1863 mit seltenen Ausnahmen nur mit heissem Winde geschmolzen wurde, war man genöthigt, an einem etwas abgelegenen Theil der Giesserei einen Cupolofen ohne den üblichen Winderwärmungsapparat aufzustellen, der die besten Resultate in der Qualität des durchgeschmolzenen Eisens gab. Es gelang z. B., fehlerfreie Walzen kleineren Kalibers aus demselben zu giessen, auch Maschinenstücke aller Art, in Masseguss ausgeführt, zur Zufriedenheit der Werkstätten hinreichend fest und dicht zu liefern.

§. 62. In neuester Zeit hat die erweiterte Kenntniss der Metallchemie und das Gelingen der Darstellung verschiedener seltener Metalle in grösseren Mengen eine Anwendung derselben zu Legirungen mit

Digitized by Google

Eisen verursacht, die in den meisten Fällen zu einer Vermehrung der Festigkeit führte.

Alle die Substanzen, denen man schon seit lange einen günstigen Einfluss auf die Güte des Stahls zuschrieb, müssen folgerichtig denselben auch auf die Beschaffenheit des Roheisens haben, sobald sie damit legirt werden. In den besseren Eisensorten ist die Gegenwart von Vielen auch bereits nachgewiesen worden.

In den Annales de Chimie et de Phys., 3 série, t. LXVIII., daraus Polyt. Journal 1864, 1. Aprilheft 43. findet sich eine Mittheilung über Trescas' Versuche im Conservatoire des arts et métiers, betreffend die Legirungen von Gusseisen und Wolfram.

1/8—1 Proc. Wolframzusatz ergab bei den Bruchversuchen eine ausserordentliche Zunahme an Festigkeit in einem constanten Verhältniss zu dem Zusatze des fremden Metalls. (Vgl. auch Percy's Metallurgie II. 262 u. 263, deutsch v. Wedding.)

Der Einfluss dieses und anderer Metalle, wie des Mangans, Aluminiums etc. mag in einer chemischen Reaktion sowohl gegen den graphitischen Kohlenstoff, als auch gegen die nachtheiligen Beimischungen des Roheisens bestehen, wodurch indirekt eine Verbesserung seiner Qualität hervorgebracht wird.

ee) Von dem specifischen Gewicht des Roheisens; Zusammenstellung der hauptsächlichsten Bestimmungen und Beziehungen zu Farbe und Textur.

§. 63. Das specifische Gewicht des Roheisens ist ebensosehr verschieden, als die Arten desselben und hängt ebensosehr von dem Gefüge, als von der chemischen Constitution ab (vgl. Karsten, §. 32. S. 187 u. ff.). Die genaue Ermittelung des specifischen Gewichts bietet für die Praxis keine werthvollen Resultate, denn die Gewichtsberechnungen, welche der Giessereibeamte anzustellen hat, geschehen immer unter Annahme des grössten Gewichtes.

Allerdings divergiren die Annahmen der Besteller, worunter auch die Construkteure der Maschinenfabriken, der eigenen Giesserei gegenüber zu rechnen sind,

Digitized by Google

gewöhnlich sehr stark von denen der Giessereibesitzer und Vorsteher und es entspringt diese Divergenz der Ansichten aus der Divergenz der Interessen des beiderseitigen Verkehres.

Der Besteller strebt danach, da er die Substanz, also das Gewicht, bezahlen muss, dasselbe möglichst zu vermindern und dasselbe so gering zu verlangen, als es irgend der Zweck der Fabrikate gestattet; der Giessereibesitzer sucht hingegen in allen Fällen das Gewicht zu steigern.

Die allgemein gültigen Gewichtsberechnungen sind pro Cubkz. Gusseisen 8,752 Lth. alt. Gew. = 7,675 L. Zgw.
„ Cubkf. „ 475 Pfd. alt. Gew. = 444,326 Pf. „
Vergl. Karsten, I. §. 33. S. 192, dem diese Angaben entnommen sind. Hiernach sind die Gewichtsangaben von Wiebe a. a. O. I. §. 24, S. 141 zu ändern, wo
475 Pfd. altes Gewicht in
466 „ Zollgewicht verwandelt worden sind.
Nach Weisbach wiegt 1 Cubikzoll Gusseisen
0,2590 Pfd.,
1 Cubikfuss Gusseisen 447,6 „ Zollgewicht.

Für Anschlagsberechnungen grosser Stücke, z. B. zur vorläufigen Bestimmung des Flammofensatzes, empfiehlt sich die Annahme: 1 Cubikzoll Gusseisen gleich 0,3 Pfd., also um 0,05 Pfd. mehr, als der von Karsten angegebene Satz beträgt; sie ist für das oberschlesische Fabrikat die am meisten zutreffende.

Sehr gaar erblasenes und dunkles Eisen ist leichter als alle weissen Eisensorten.

Diese Verschiedenheit ist nur aus dem Unterschied in der chemischen Constitution zu erklären, denn auch zwischen schnell abgekühltem und langsam erkaltetem Eisen ist ein Gewichtsunterschied nachgewiesen worden, der einer allgemein gemachten Erfahrung zuwider wäre, wenn nicht eine Aenderung der chemischen Constitution durch das Erstarren angenommen werden könnte.

Je langsamer ein Körper erkaltet, um so mehr schwindet derselbe, um so dichter muss er werden, da die Krystallisation um so viel ungestörter vor sich

Digitized by Google

gehen und die Grösse der Krystalle ungehindert zunehmen kann.

Danach müsste auch seine ursprüngliche Dichtigkeit zunehmen. Dass dieses nicht immer der Fall, liegt nur an Aenderungen in der chemischen Natur des Eisens, welche die Krystallisationsverhältnisse mit beeinflussen.

2. Von dem Einfluss, den Licht und Wärme auf das Roheisen ausüben; Allgemeinere Bemerkungen.

§. 64. Der Einfluss, den das Licht und die Wärme, sowie auch die Elektrizität und der Magnetismus auf das Gusseisen ausüben, ist sehr verschieden.

Eine Einwirkung des **Lichts** auf das Gusseisen ist bis jetzt nicht bemerkt worden. Das Gusseisen gehört unter die undurchsichtigen Körper, besitzt aber hinreichende Dichtigkeit und Härte, um durch Bearbeitung eine spiegelnde Politur anzunehmen, und reflektirt alsdann das Licht in eben so hohem Grade, wie die meisten härteren Metalle.

Die Eigenschaft des Glanzes ist bereits weitläufig erörtert worden.

Die Wärme ist in ihrer Wirkung auf das Gusseisen von solcher Wichtigkeit für die Praxis, dass davon ausführlich zu berichten ist.

Die Anwendung höherer Hitzegrade macht das Eisen bildsam für jede Formgebung und giebt, wie bereits gezeigt wurde, Mittel an die Hand, die Eigenschaften des Gusseisens in der gewünschten Weise zu verändern, schädliche zu mindern, gute zu vergrössern.

Die Schmelzhitze des Gusseisens führt den Zustand herbei, der für die Entwickelung chemischer Vorgänge in demselben am empfänglichsten ist.

Auch für die Krystallisation (woraus die Textur, die Härte und die Festigkeit des Roheisens hervorgehen), ist die Anwendung der Wärme das einzige Mittel, wodurch ein willkürlicher Einfluss auf die

Digitized by Google

wichtigsten Eigenschaften des Metalls geübt werden kann.

Im Bezug auf die Werthe der Wärmecapacität, des Ausstrahlungs- und Absorptionsvermögens, der Reflexion und Transmission schliesst sich das Roheisen den anderen metallischen Substanzen an und finden sich diese Beziehungen ausführlich erläutert in Karsten's Eisenhüttenkunde I. §. 78—84, S. 281—293. Die vielen ausführlichen Bestimmungen haben aber für die Praxis keinen Werth, wohl aber alle anderen Verhältnisse, welche zwischen den beiden Aggregatzuständen, dem festen und dem durch starkes Erhitzen hervorgebrachten flüssigen sich entdecken lassen.

Hierher gehört die Erscheinung des Schmelzens selbst, die Eigenschaften des Eisens im geschmolzenen Zustande, das Erkalten und die Veränderungen, welche, zum Theil bereits besprochen, während des Erkaltens im Eisen vor sich gehen, so wie die Veränderung des Volumens durch das Schmelzen und Wiedererkalten, das Schwinden und Saugen.

Hieran schliesst sich die Betrachtung der unter dem Namen „Tempern" des Eisens bekannten Behandlungsweise fertiger Gusswaaren und der dabei vorkommenden eigenthümlichen Erscheinungen.

aa) Von den Veränderungen des Roheisens beim Erhitzen und Schmelzen; Schmelzpunkt, Schweissbarkeit.

§. 65. Wenn man das Gusseisen erhitzt, dehnt es sich aus, indem es alle Stadien des Glühens durchläuft und beginnt bei den Temperaturen, die sich der Weissglühhitze nähern, zu schmelzen. Die Schmelzhitze des Gusseisens ist, wie alle hohen Temperaturen, schwer zu bestimmen und weichen die Angaben darüber sehr von einander ab; schon die Anwendung verschiedener Mittel zum Messen giebt verschiedene Resultate, abgesehen von den bei solchen auf die Natur fast aller Körper

Digitized by Google

energisch einwirkenden Temperaturen unvermeidlichen Schwierigkeiten der Messung.

Der Schmelzpunkt des Eisens wird allgemein auf 1500°C. oder 1200°R. als Mittelwerth angenommen. (Vergl. Guettier, p. 17 u. Karsten I. §. 100—103, S. 308 u. ff.)

Die Schmelzung tritt an den Kanten und an den dünneren Theilen eines Stückes eher ein, als an den übrigen, die sich langsamer erwärmen. Am besten beobachtet man das Schmelzen, wenn eine Charge in den weissglühenden Puddelofen eingesetzt worden ist.*)

Die Kanten der Eisenbarren, namentlich, wenn sie die bekannte Form der englischen Gänze haben, werden allmälig eben so hell, wie die leuchtenden Wände des Ofens und man sieht, wie sich nach und nach Tropfen auf den Flächen bilden und ohne an dem glühenden Eisen bleibend zu haften, in den Herd herunterrinnen. Der Uebergang ist ein plötzlicher, namentlich bei allen gaar erblasenen Sorten aus strengflüssigen Beschickungen.

Doch tritt kurz vor dem Flüssigwerden ein Zustand des hellglühenden Eisens ein, der eine dem Schweissen des Schmiedeeisens oder Stahls ähnliche Eigenschaft bemerklich macht.

Wenn ein rothglühendes Stück Gusseisen von möglichst reiner Oberfläche mit flüssigem Eisen begossen wird und man die Vorsicht beobachtet, den Strahl immer auf eine Stelle zu richten, so erhitzt sich das Eisen sehr stark und schliesslich bleibt von dem flüssigen Eisen eine dünne Schicht auf dem kälteren Stücke festhaften.

Untersucht man einen frischen Bruch desselben, so ist man ausser Stande, eine sichtbare Grenze beider Eisenzonen zu entdecken, vorausgesetzt, dass die „Schweissung“ gelungen ist.

Diese Eigenschaft einer, obgleich nur begrenz-

*) Im gewöhnlichen Giessereiflammofen, der kalt besetzt wird und dann erst Feuer bekommt, geht das Schmelzen nicht so schnell und kann auch der Grösse und Weite des Ofens wegen nicht so gut verfolgt werden.

Digitized by Google

ten, Schweissbarkeit gestattet nicht allein, Gussfehler, Blasen u. s. w. gleich nach dem Gusse aufs Beste zu repariren, sondern auch starke Maschinentheile, Dampfhammerköpfe, Walzenkörper und Zapfen, Kupplungen, Wellen aller Art, Balanciers, Rohr- und Cylinderflanschen auf das Dauerhafteste zu ergänzen.

Das Verfahren ist meist sehr einfach, wird aber der dabei vorkommenden praktischen Handgriffe wegen auf manchen Hüttenwerken geheim gehalten.

§. 66. Auf der Königshütte ist es gelungen, nach vorheriger gelinder Erwärmung, zwei Stücke eines Gegenstandes zusammenzuschweissen, indem man sie in eine sauber zubereitete Lehmform einlegte, den ganzen Abstich eines Cokeshochofens, mithin 100—120 Ctr. darüber laufen liess und erst gegen das Ende des Abstichs die Form füllte. In dieser Weise wurden Kolbenstangen, Daelen'scher Hammer (vergl. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. VII. S. 86), Walzwerkstheile, sogar Walzenkörper reparirt.*)

Auf der Gleiwitzer Eisengiesserei sind auch Versuche der Art gemacht worden, als eine vom Werke gelieferte Blechwalze einen Zapfenbruch erlitten hatte. Der Verfasser hatte schon vorher versucht, eine fehlerhaft gegossene Caliberwalze dadurch zu retten, dass er eins der Caliber vollgiessen liess, nachdem die Walze rothwarm gemacht worden war. Es wurde der ganze Abstich eines Flammofens darüber laufen gelassen, indess, der Versuch misslang, weil die zu verschweissende Stelle von sehr dicken schwer zu erwärmenden Partieen umgeben war, oder, was wahrscheinlicher erscheint, weil die noch bestehende Gusshaut dieser Partieen ein Anschweissen hinderte; er wäre vielleicht besser geglückt, wenn die angrenzenden Theile angeschnitten und gefurcht worden wären, da eine reine Metallfläche auch für geschmolzenes Eisen leichter angreifbar ist.

*) Die westphälischen Werke z. B. die Hermannshütte zu Hörde, Steele, Dortmunderhütte u. s. f. betreiben diese Flickindustrie in ziemlich bedeutendem Maassstabe.

Digitized by Google

Später ausgeführte Schweissarbeiten an einer gebrochenen Zinkblechwalze führten zu günstigeren Ergebnissen.

Die Walze wurde eingedämmt, nachdem eine kappenartige Zapfenform, die sich leicht auf den gebrochenen Theil aufschieben liess, angefertigt worden.

Diese Hälfte der Walze hatte man beim Eindämmen freigelassen und mit Cokes umschüttet, welche eine 3—5 Fuss weite und 3 Fuss tiefe Grube um die Walze herum füllten und mittelst eingelegter alter Rohre die nothwendige Luftzuführung erhielten.

Nachdem durch langsames und vorsichtiges, mehrere Tage währendes Erhitzen der sichtbare Theil der Walze hellroth gemacht war, räumten die Förmer die Feuergrube aus, überdeckten sie, setzten die sorgfältig getrocknete Form auf das abgebrochene Ende und begannen aus einer ziemlich hoch gehobenen Krahnpfanne graues im Flammofen geschmolzenes Giessereiroheisen auf die Bruchfläche zu giessen, die zum Ueberfluss noch an mehreren Stellen angebohrt war.

Dadurch, dass man den Stahl auf der Bruchfläche herumführte und denselben möglichst dünn aber hoch fallen liess, wurde ein so rasches Anfressen und Aufschweissen erzeugt, dass kaum 30—40 Sec. nothwendig waren, um die Schweissung und die Füllung des Zapfens zu vollenden.

Die Walze wurde neu abgedreht, der Zapfen zeigte sich vollkommen homogen, bestand aber leider aus zu grauem Eisen, um gegründete Hoffnungen auf längere Haltbarkeit zu erwecken. Er brach auch in der ersten Schicht wieder, jedoch nicht an der alten Bruchstelle, sondern ausserhalb derselben in der Mitte des Laufzapfens. Der Bruch war fehlerfrei, aber sehr grossschuppig; das Eisen hatte sich zu sehr ausgeglüht und war zu weich und unhaltbar geworden.

Ein zweites Experiment mit einer eben so starken Walze glückte ebenfalls, obgleich dieses Mal der Gang desselben ein anderer war. Man goss das flüssige Eisen durch ein siebartig gelochtes Blech in 20—30 Strahlen auf die zu verschweissende Bruchfläche.

Digitized by Google

Die Schweissung ging rascher, trotzdem halbirtes Eisen genommen wurde und der Bruch war weniger grobkörnig, als bei der ersten Schweissung.

Bei dem Abdrehen des angeschweissten Zapfens zeigten die Späne ein ähnliches Aussehen, wie bei den gewöhnlichen Drehspänen aus hartem Eisen. Die Haltbarkeit dieser Walze ist nicht bekannt, da sie noch nicht eingewechselt wurde.

bb) Von der Beschaffenheit des flüssigen Roheisens; Farbe; Aussehen; Spiel; Ausscheidungen.

§. 67. Das geschmolzene Eisen ist sehr dünnflüssig und füllt die feinsten Theile einer Form mit grosser Schärfe aus; wenn auch noch eine andere später zu besprechende Eigenschaft des erstarrenden Eisens dazu beiträgt, dass die Nachbildung feiner Stücke im Eisenguss gelingt, so liegt dieselbe doch hauptsächlich an der Dünnflüssigkeit des geschmolzenen Gusseisens.

Die Farbe desselben ist verschieden je nach dem Schmelzpunkte der betreffenden Eisensorte, doch nie vollkommen silberweiss, wie das in Schweisshitze versetzte Stabeisen. Ein helles Orangeroth ist die gewöhnliche Farbe des Eisengusses und das Eintreten dieser Färbung nebst helleren, lebhaft auf der Oberfläche sich bewegenden Theilchen ist das Kennzeichen eines zum Guss hinreichend flüssigen Eisens.

Es ist schwierig und von subjectiver Anschauung nicht ganz frei zu machen, Farben glühender Metalle und brennender Körper zu definiren oder mit andern Farben zu vergleichen.

Die Farbe des geschmolzenen graphitreichen Eisens ist von der des weissen Eisens, auch wenn beide einen gleichen Grad von Reinheit besitzen, verschieden und neigt sich bei ersterem mehr in das helle Orangeroth, bei letzterem mehr in das Weissröthliche. Der Lichtglanz ist aber bei jenem der grössere.

Die Oberfläche des geschmolzenen Eisens ist mit einer schillernden Haut bedeckt, welche durch die Stellungen, denen die Flüssigkeit in Folge der

Digitized by Google

Wärme unterworfen wird, zerreisst, sich von Neuem bildet und wiederum zerreisst.

Diese Haut ist an sich matter, als das lebhaft glänzende Metall und erscheint deshalb auf dem Metallbade heller, während das in den Rissen der Haut hervorschimmernde Eisen, wie jede stark spiegelnde Substanz, so dunkel erscheint, als es sein Hitzgrad nur gestattet.

Die Risse der Haut, zwar in einer immerwährenden Beweglichkeit begriffen, welche erst bei einem gewissen Erkaltungsgrade dem plötzlichen Festwerden der Haut weicht, bilden wiederkehrende Figuren, die bei jedem Eisen andere sind und für den erfahrenen Arbeiter und Kenner hüttentechnischer Vorgänge ein nicht zu unterschätzendes Kennzeichen für die Beschaffenheit des Eisens abgeben.

Schott in Ilsenburg hat zum ersten und einzigen Male diese Erscheinungen zur Sprache gebracht, es werden daher weitere Mittheilungen darüber nicht unwillkommen sein.

§. 68. Das sogenannte „**Spiel**“ des Eisens ist nicht nur, je nach der Natur des Eisens, seiner Zusammensetzung und seinen Haupteigenschaften veränderlich, es verändert sich auch mit der Hitze, die man dem Eisen giebt.

Bei sehr hohen Temperaturen, wie sie in den Gebläseschachtöfen der Giessereien ohne grosse Mühe erzeugt werden können, verschwindet das Spiel fast gänzlich; die Haut auf dem Eisen bildet sich nicht sofort nur ein glänzendes Schillern der Oberfläche des geschmolzenen Metalls, am besten mit dem moiré miroitant verzinnter Blechwaaren vergleichbar, von sehr starkem weissröthlichen Lichtglanz begleitet, ist bemerkbar.

Bei zunehmendem Erkalten tritt das Erscheinen der Haut und ihr vibrirendes Spiel ein, wobei ihre zahllosen und in fortdauernder Schwingung aufeinander folgenden Risse gleich Bündeln dunkler Fäden sich ausnehmen, welche auf einer helleren Fläche sich bewegend, um eine Menge zerstreuter Knotenpunkte zu schwingen scheinen.

Digitized by Google

Die Zeichnungen werden oft durch eine andere Erscheinung gestört, das Ausstossen von Schlackentheilchen und anderen fremdartigen Substanzen im Eisen, welche dann, auf der Oberfläche schwimmend, schneller erkalten und endlich dunkle Anhäufungen bilden, die man blos wegzuziehen braucht, um das Spiel von Neuem zu sehen.

Die Grösse der faden- und wurmförmigen Bewegungen in der Haut des Eisens ist nach der Beschaffenheit desselben ebenfalls sehr verschieden, auch die Dauer des Spiels hängt davon ab. Ein gutes graues Eisen, wie es zum Guss der leichteren Maschinenstücke angewendet wird, aus gaarerblasenem Roh- und Brucheisen im Flammofen dargestellt, hat im Spiel feinere und längere Fadenbündel, die oft noch nach der Beendigung des Gusses sich auf dem durch die Luft- und Saugtrichter austretenden Eisen längere Zeit zeigen.

Ein im Cupolofen geschmolzenes hitziges, aber weniger graues Eisen mit starkem Zusatz von Brucheisen dargestellt, hat das bereits beschriebene dem moiré miroitant ähnliche Spiel. Beim Erkalten erscheinen zwar noch die wurmförmigen Figuren, doch kürzer, wenn auch eben so fein als bei dem grauen Flammofenguss.

Ist das Eisen sehr rothbrüchig oder mit Schlackenzusatz bei schlechtem Cokes dargestellt, also von schlechter Beschaffenheit, so ist das Spiel jedenfalls durch die grössere Dichte der Haut beeinträchtigt und man sieht nur ganz kurze Zeit und in nur schwachem Maasse die wurmförmigen Bündel erscheinen.

§. 69. Bei härterem, dem halbirten Zustand sich nähernden Eisen entsteht ein gröberes Spiel der weniger zahlreichen Gusshautspalten und bei stark halbirtem und weissem Eisen verschwindet das Spiel vollständig.

Schmilzt man z. B. im Flammofen eine Mischung, wie sie bereits in dem §. 58 für den Guss von Walzen und anderen festen Gegenständen angeführt worden ist, so erhält man ein wesentlich anderes Spiel, als

Digitized by Google

im vorigen Paragraph beschrieben wurde. Die wurmförmig sich bewegenden Fadenbündel verwickeln sich in einzelne breitere Spalten und diese bilden ein bewegliches Netzwerk starker und sternförmig sich kreuzender Linien. Beobachtet man das Spiel in einem nach der Form zu fallenden Eingussgraben, so erscheinen auf der Oberfläche des rinnenden Metalls eine Reihe unter sich pralleler und senkrecht gegen die Richtung des Laufes sich weiter schiebender Spalten, welche an den Rändern des Grabens zu adhäriren scheinen und sich daselbst auskeilen.

Die Oberfläche des Eisens ist dadurch im Aussehen einer Tigerdecke ähnlich gezeichnet.

Die Haut scheint bei dem härteren Eisen dicker zu sein und schwerer zu zerreissen, deshalb erscheinen weniger und stärkere Figuren. Das Spiel dauert nur kurze Zeit, wenn auch das Eisen vollkommen flüssig wird, und macht dann einer anderen Erscheinung Platz, die hier erwähnt werden muss. Es bilden sich auf der Oberfläche des Metallbades flache Blasen, welche nach dem Erstarren als flache runde Höhlungen mit deutlichen Rändern erscheinen.

An den Wänden des Gefässes oder der Form, in welcher das Eisen sich befindet, sind dieselben weniger zahlreich als in der Mitte, auch nicht so gross. Der Bruch an diesen Blasenräumen ist derselbe wie an anderen Stellen der Oberfläche, die Ränder derselben 0,5—0,75 Millimeter breit und 0,5 Millimeter hoch, erscheinen porös, wie mit Nadelstichen besäet, während der übrige Theil der Gusshaut ziemlich glatt aussieht.

Dieses Phänomen zeigt sich namentlich an dem bei übersetzten Gang erblasenen Holzkohlenroheisen, wie es zum Schaalenguss u. a. in Malapane verwendet wird; indess treten diese unter dem Namen „Probe“ oder „Wanzen“ bekannten Blasen nicht immer gleichstark auf, sondern scheinen mit dem Gehalt des Eisens an fremden Bestandtheilen zusammenzuhängen.

Eine wissenschaftliche Erklärung ist bis jetzt nicht versucht worden, welche allseitige Giltigkeit gefunden hätte.

Digitized by Google

Bereits 1843 hat Schott in Ilsenburg (Bergwerksfreund VI, 241) auf die Verschiedenheit des Spiels bei den Produkten des ihm untergebenen Werkes aufmerksam gemacht; die von ihm mitgetheilten, durch Abbildungen illustrirten Beobachtungen beziehen sich leider nur auf Erzeugnisse des dortigen Hochofenbetriebes, welcher bei Holzkohlen geführt wird und die reichsten Erze verarbeitet.

Die ausserordentlich klare und in ihrer Art einzige Arbeit ist deshalb nicht erschöpfend; sie erläutert nur das Spiel der an sich dichteren und theilweise härteren Eisensorten eines zum Giessereibetrieb bestimmten Holzkohlenhochofens, während Beobachtungen über das Verhalten des Cokesroheisens gänzlich fehlen. Die im vorigen §. beschriebenen, vom Verf. selbst beobachteten Erscheinungen beziehen sich dagegen meistens auf Cokesroheisensorten, welche im Cupol- und Flammofen umgeschmolzen, in Norddeutschland am allgemeinsten zu Giessereizwecken verwendet werden.

So werthvoll für die Praxis die Kenntniss des Spiels auf der Oberfläche des flüssigen Eisens ist, so wenig ist darüber geschrieben. Ausser der bereits erwähnten Arbeit von Schott und einer späteren von demselben Verfasser (B. u. h. Ztg. 1863) sind einige Aeusserungen in Karsten's Eis. B. III., §. 667, S. 179 u. ff. das Einzige, was über das Spiel des Eisens bekannt geworden ist.*)

Fasst man das hier Gesagte zusammen, so ergiebt sich,

dass das Eisen bei der vollkommenen Sättigung mit graphitischem Kohlenstoff das feinbeweglichste Spiel hat, wogegen die übrigen Zustände des Eisens, sowohl Uebersättigung mit Graphit, als Verminderung des Graphitgehaltes bis zum Weisswerden ein gröberes Spiel, endlich das fast vollständige Verschwinden desselben zeigen.

*) Vergl. auch Valérius-Hartmann, Roheisenfabrikation, S. 406 u. ff.

Digitized by Google

Deshalb ist das Spiel bei dem Cokesroheisen überhaupt lebhafter und beweglicher, als bei dem Holzkohlenroheisen gleichen Ofenganges, wenn man von der Umschmelzung absieht. Hat die letztere stattgefunden, so vermindert sich der Unterschied in dem Spiel beider Roheisensorten destomehr, je grösser die Schmelzhitze war.

cc) Von dem Erstarren des Roheisens; Graphitausscheidung; Schwimmen festen Eisens auf flüssigem; Ansichten von Karsten, Valerius, Jolly, Rammelsberg über die Graphitausscheidung; Arbeiten von Gruson, Centner, Schott, Bothe über das Schwimmen des Eisens.

§. 70. Erstarrt das Eisen, so werden diejenigen Theile zuerst fest, welche mit dem Gefäss oder der Form in Berührung sind, während das Innere, bei offnem Guss der unter der Oberfläche befindliche Theil, erst später fest wird. Manches Eisen erstarrt, nach dem Guss sich selbst überlassen, ungemein rasch, anderes bleibt länger flüssig; die Bestandtheile des Roheisens haben alle einen wesentlichen Einfluss auf sein Verhalten bei dem Erstarren. Der Flüssigkeitsgrad ist oft derselbe bei zwei Roheisenarten, dennoch erstarrt die eine plötzlicher als die andere und es fällt dem Giesser schwer, ein gleiches Resultat bei der Verwendung desselben zu erzielen.

Die Krystallisation findet erst im letzten Moment statt und nur unter den Umständen, welche überhaupt die Möglichkeit einer ruhigen Krystallisirung bedingen, aber, wie schon oft erwähnt, bei dem Giessereibetrieb nicht immer vorkommen dürfen.

Die Ausscheidung der im flüssigen Eisen aufgelösten Substanzen scheint früher zu erfolgen, da ein bedeutender Gehalt des Eisens an solchen schon in den Temperaturen des Giessens durch störende Erscheinungen sich kundgiebt. Sehr gaares Eisen, das auch Substanzen enthält, welche eine Abscheidung des graphitischen Kohlenstoffs befördern, stösst noch vor dem Guss eine solche Menge Graphite in Gestallt schaumiger Flocken aus, dass ein Gelingen

Digitized by Google

des Gusses zweifelhaft ist und feinere Theile der Form, in welchen der sogen. **Gaarschaum** hauptsächlich sitzen bleibt, fast gar kein Eisen enthalten und abbröckeln.

So oft man auch durch Abstreichen und Umrühren die Decke des Eisens beseitigt, die aus lauter Gaarschaum besteht, so oft ersetzt sie sich wieder, bis die Erstarrung eintritt.

Das eben angeführte Vorherrschen des Graphits kommt namentlich bei dem Guss direct aus den Hochöfen vor, da durch das Umschmelzen des Roheisens dieser lästige Ueberschuss an Graphit meist verbrannt wird und sich bei dem Guss aus Cupol- und Flammöfen selten zeigt.

Bei dem Hochofenbetrieb treten bekanntlich Fälle ein, welche eine übermässige Ausdehnung der Kohlungszone und dadurch eine solche Graphitausscheidung hervorrufen, dass in der Nähe des Arbeitsgewölbes und der Abstichfläche die Luft mit Graphitflimmern ganz erfüllt scheint und selbst in der Schlacke grosse Graphitblätter sich eingelagert finden.

Bei manchen Holzkohlenöfen, welche direct Gusswaaren liefern und zu dem Ende mit Schöpfherden versehen sind, kommen die Erscheinungen des Gaarschaums sehr häufig vor, namentlich, wenn für ein geregeltes Vergiessen nicht gesorgt und das Gestell nicht täglich rein ausgeschöpft wird.

Schott nennt dieses Eisen „todtgaar“ und erwähnt dabei, dass es, in Tiegeln umgeschmolzen, einen zarten Guss gäbe, direct aber vollkommen unbrauchbar zur Giesserei sei; selbst weniger gaares Eisen müsse man, um der Schaumbildung zu begegnen, rasch vergiessen.

Bei gutem Gusseisen bemerkt man diese Uebelstände nicht, doch aber geht aus vielen Beobachtungen hervor, dass auch in minder grauem Eisen der Graphit sich ausscheidet, ehe das Eisen zu krystallisiren beginnt, dass also die Temperatur, bei welcher die Löslichkeit des graphitischen Kohlenstoffs eintritt, eine

Digitized by Google

höhere als die Schmelztemperatur des Roheisens, aber davon unabhängig sein muss.

§. 71. In der Ausscheidung des Graphits und vielleicht noch anderer ähnlicher Stoffe im Roheisen, sowie in deren Einfluss auf den Krystallisationsprozess liegt jedenfalls der Grund zu Erscheinungen verborgen, deren Erklärung bis jetzt noch nicht recht geglückt ist, und von welchem die eine, das Schwimmen kalten Eisens auf flüssigem, erst in neuerer Zeit durch Gruson in Magdeburg mehreren wissenschaftlich-technischen Vereinsversammlungen zur Discussion vorgelegt wurde und eine Reihe Debatten hervorrief, die in den Sitzungsberichten veröffentlicht worden sind.

Die andere Erscheinung besteht darin, dass bei dem Giessen ein genaues Ausfüllen der Formen durch eine anfängliche Ausdehnung des Roheisens stattfindet, welche es zum Guss feiner Gegenstände so sehr geeignet macht; die Ausdehnung geht so weit, dass ein Theil des Eisens aus den Eingüssen heraustritt, und macht später dem Schwinden Platz.

Karsten a. a. O. I, §. 124 stellte auf Grund damals bekannter Erfahrungen die Hypothese auf, dass die Dichtigkeit des Roheisens bei und über der Schmelzhitze eine grössere sein müsse, als die unter derselben, obgleich angestellte chemische Untersuchungen keine bemerkenswerthe Verschiedenheit in der Zusammensetzung solcher und gewöhnlicher Sorten Roheisen erwiesen hätten.

Daran knüpft Karsten eine jener divinatorischen Bemerkungen, die, sich oft in seinen Schriften wiederfindend, seine Genialität offenbaren:

„Ob aber dennoch nicht alles graue Roheisen in der „Temperatur der Schmelzhitze ein grösseres specifi- „sches Gewicht besitzt, als in den dem Schmelzpunkt „unmittelbar vorhergehenden Temperaturen, wird ein „Gegenstand künftiger näherer Untersuchungen blei- „ben müssen."

Zum ersten Mal findet sich diese Behauptung, in

Digitized by Google

präciser Form ausgesprochen, bei Valerius-Hartmann, Handbuch der Roheisenfabrikation S. 27, Nr. 42. Es geht aber, wie bei den meisten der Hartmann'schen Bearbeitungen, nicht klar hervor, ob die mitgetheilten Ansichten über die Volumenveränderung des Roheisens beim Uebergang desselben aus hohen Temperaturen in den festen kalten Zustand, Eigenthum des Autors oder des Bearbeiters sind.

Es ist bekannt, dass Mischungen verschiedener Körper, namentlich Lösungen, oft die merkwürdigsten Volum- und Gewichtsverhältnisse darbieten; die vor der Lösung oder Mischung constatirten scheinen verändert worden zu sein. Meistens beobachtet man eine Verdichtung, d. h. eine Volumenverminderung oder eine Gewichtszunahme. So findet u. A. bei dem Mischen von Wasser und Alkohol eine Volumenverminderung statt und auch mit der Lösung eines Salzes in Wasser tritt häufig eine Contraktion ein, die je nach der Natur des Salzes in verschiedenen Grössen erfolgt. (Vgl. Vortrag des Prof. Jolly am 22. März 1857, Allgemeine Zeitung, 18. April 1857, über die Physik der Molekularkräfte.)

§. 72. Nimmt man die neuerdings wieder von Rammelsberg (Poggend. Annalen CXX. S. 51 und auszugsweise Z. d. V. deutsch. Ingen. 1864, 231) aufgestellten Hypothese über die Constitution des Roheisens als richtig an, nach welcher das Roheisen als ein Gemisch isomorpher Körper, Eisen, Silicium, Phosphor und Kohlenstoff (Diamant) angesehen werden muss, die bekanntlich alle im regulären System krystallisiren und sich mit einander in beliebigen Verhältnissen mischen, so kann man weiter schliessen, dass bei der, durch höhere Temperaturgrade bewirkten Schmelzung des Roheisens eine vollkommene Auflösung der isomorphen Beimischung im Eisen selbst oder in einer darin vorherrschenden Verbindung des Eisens eintreten dürfte.

Da es bekannt ist, welchen Einfluss die Umschmelz- und Erstarrungsumstände auf das Eisen haben und wie dadurch namentlich die Abscheidung des Gra-

Digitized by Google

phits bestimmt wird, so lässt sich eine Auflösung desselben im flüssigen Eisen wohl annehmen, wenn auch daneben eine Suspension eines Theils des Kohlenstoffgehaltes als fein zertheilter Graphit fast stets im flüssigen Gussmaterial der Eisenhütten beobachtet worden ist.

Die Erscheinungen des Schwimmens kalten Eisens auf flüssigem und die dabei vorkommenden Modifikationen, so wie die bei dem Erstarren beobachtete Ausdehnung des Gusseisens weisen entschieden darauf hin, dass

„mit dem Auflösen und Ausscheiden des „Graphits eine Aenderung in der specif. „Dichtigkeit des Eisens stattfinden muss, „analog den bei dem Auflösen von Salzen „in Flüssigkeiten oder bei dem Mischen „zweier Flüssigkeiten beobachteten Aen„derungen im Volumen derselben."

Das kalte Eisen schwimmt auf dem flüssigen nur so lange, als das letztere einen bestimmten Hitzegrad behält; sobald die Erkaltung weiter voranschreitet, sinkt das schwimmende Stück allmälig unter.

Man hat bis jetzt noch keine Versuche gemacht, wie sich weisse Roheisenarten gegen graphitreiche graue verhalten, nur hat man gefunden, dass schwerere Eisen- und Stahlsorten nicht schwimmen, sondern theils allmälig, theils plötzlich untersinken.

Die Form der Stücke ist wesentlich gleichgiltig, da es auch gelungen ist, kugelförmige Körperformen zum Schwimmen zu bringen. Doch unterstützt die Form auch hier, wie unter anderen Verhältnissen, das Schwimmbestreben, wenn die Menge der tragenden Flüssigkeit nicht sehr gross im Vergleich zum cubischen Inhalte des schwimmenden Stückes ist.

Das flüssige Gusseisen ist hiernach in höheren Temperaturen schwerer, als in den kurz vor der Erstarrung liegenden und bei dem Erkalten tritt bis zum Erstarren eine Ausdehnung, später eine bis zum vollkommenen Kaltwerden fortgesetzte Zusammenziehung, das Schwinden, ein.

Digitized by Google

Diese Aenderungen treten meist so undeutlich auf, dass sie bis jetzt einer ernsteren Aufmerksamkeit nicht gewürdigt worden sind; die meisten Giessereitechniker haben aber die eine der beiden Erscheinungen, das Ausdehnen des Gusses in der Form, schon längst beobachtet. Die wechselnde Qualität des Eisens, der wechselvolle Betrieb einer Giesserei, der viele Roheisensorten in Contribution setzen muss, sind wohl hauptsächlich Schuld, dass die interessanten Eigenschaften des Schwimmens und Wachsens nur selten untersucht wurden.

Die herrschenden Ansichten über Erstarren und Schwinden liessen eine unbefangene Discussion der unbestreitbaren Thatsache um so weniger aufkommen, als man fühlte, wie sehr die bisherige Theorie dadurch beeinflusst und angegriffen werden würde.

Die Hypothesen, welche jetzt, nachdem die Frage in die Oeffentlichkeit getreten, von andern Seiten zur Erklärung des Phänomens aufgestellt wurden, sind noch immer so wunderbarer Art, dass es im Interesse der Sache geboten erscheint, von den bis jetzt gemachten Mittheilungen ein kurzes Resumé zu geben. Die meisten derselben gingen allerdings von Männern aus, denen ihr Beruf eine genauere Bekanntschaft mit dem Roheisen, dessen Eigenschaften, so wie seiner Verarbeitung zum Guss nicht gestattete.

§. 73. Die erste Andeutung über das eigenthümliche Verhalten mancher Metalle bei dem Schmelzen und Erstarren findet sich in einer Bemerkung von J. Nasmyth auf dem Congress der British association for the advancement of sciences zu Dublin über gemachte Erfahrung, wonach die bekannte Eigenschaft des Wassers, einige Grade über dem Gefrierpunkte seine grösste Dichtigkeit zu besitzen, auch bei den Metallen ähnlich vorkommen müsse und wonach ferner die Temperaturdifferenz zwischen dem Dichtigkeitsmaximum und dem Schmelzpunkt auch nicht viel grösser sein könne, als bei dem Wasser. Beiläufig empfiehlt J. Nasmyth die Beachtung dieser

Digitized by Google

Eigenschaften bei der Erklärung der eruptiven Erscheinungen der Geologie. (Revue univers., Mars 1859.)

Demnächst ist die Angabe von Wiebe in seinem oft citirten Werke I. §. 14, S. 72 anzuführen, wo gesagt wird:

„Geschmolzenes Eisen ist **dichter**, als „Eisen im festen Zustande, denn letzteres „schwimmt auf ersterem. Das graue Eisen „dehnt sich beim Uebergang aus dem flüssi„gen in den festen Zustand mehr aus, als das „weisse, auch füllt es die Formen besser."

Auf der 5. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure (vgl. Zeitschr. d. V. d. I. VI. S. 532) wurde durch einen Vortrag Gruson's in Betreff der von ihm gemachten Beobachtungen über das Schwimmen festen Eisens auf flüssigem eine lebhafte Discussion angeregt, welche aber ohne bestimmtes Resultat blieb.

Gruson stellte die allein richtige Folgerung voran: „Wenn kaltes Eisen auf flüssigem „schwimmt, so muss ersteres leichter sein."

Dieser Folgerung soll entgegen sein zunächst die Erscheinung, dass heisser vergossenes Eisen stärker schwindet, als matter Guss, ausserdem das Schwinden überhaupt. Ferner stehe der Annahme des zuerst gefolgerten Satzes ebenso die unbestrittene Thatsache entgegen, dass bei grossen Gussstücken ein Saugen, also eine Contraktion stattfindet. Dabei ist zu bemerken, dass des Einflusses, welchen rasches und langsameres Erkalten auf Constitution und Krystallisation des Roheisens ausübt und welcher allein die richtige Erklärung für das Saugen abgeben kann, gar nicht gedacht wurde.

Nachdem der Redner eine Erklärung aufzustellen versuchte, wonach die Wärme als tragende Kraft auftreten könnte und heisse flüssige Körper, kältere ebenfalls flüssige trügen, berichtet Gruson weiter, er habe die Erfahrung gemacht, dass das hitzigere Eisen in derselben Pfanne sich stets unten befände, das kältere oben, denn beim Nachfüllen von frischem Eisen in

Digitized by Google

eine bereits gebrauchte Pfanne sinke das hitzigere Eisen durch das mattere hindurch und sammle sich am Boden des Gefässes.

Statt diese zweite Thatsache zum Beweise der zuerst ausgesprochenen Folgerung zu benutzen, hebt Gruson dieselbe als Hauptstütze seiner zur Erklärung des Schwimmens aufgestellten Hypothese von der tragenden Kraft der Wärme besonders hervor.

Diese Hypothese ist aber identisch mit dem Princip der Montgolfière und letzteres beruht auf der Dilatation der Körper in der Wärme, resp. auf der durch die dabei eintretende Differenz in der Dichtigkeit hervorgerufenen mechanischen Wirkung.

Gruson überlässt die wissenschaftliche Begründung seiner Lehre Anderen, ohne zu bedenken, dass die Erklärung einer Erscheinung niemals durch eine Hypothese versucht werden kann, welche durch eine analoge Erscheinung in ihrem Ausgangspunkte Widerspruch erfährt.

Die meisten der auf der Versammlung anwesenden Hüttenleute hoben hervor, dass eine Ausdehnung des Eisens beim Erkalten desselben anfänglich stattfinden müsse, wie sie von Mitscherlich für andere in besondern Krystallformen auftretende Körper, z. B. für das Zink nachgewiesen wurde. Doch kann man ein Gemisch, wie das Roheisen, mit einem einfachen Körper bei solchen Vorgängen wohl nicht in Beziehung bringen. Die Ueberzeugung hiervon war wohl Schuld, dass eine andere Ansicht als die Gruson's, trotz der Opposition gegen dieselbe, nicht zur Geltung kam.

§. 74. Die nunmehr ins Stadium der Versuche tretende Frage wurde durch Centner in Meissen zuerst ausführlich behandelt, welcher die Resultate seiner Versuche im Civilingenieur IX. S. 220 u. ff. mittheilt.

Zuerst wird die Erscheinung des Wallens im flüssigen Eisen, analog dem längst beobachteten Steigen des kochenden Wassers besprochen, die sich hier durch Ausscheidung von Schlackentheilchen an bestimmten Stellen der Oberfläche kundgeben soll.

Digitized by Google

Dem entgegen wirken die durch Auflegen eines kälteren Körpers erfolgenden Luft- und Wasserdampfausströmungen, welche den Körper zu tragen scheinen. Je grösser seine Unterfläche, desto besser schwimmt er. Ausserdem giebt Centner an, dass die Cohäsion des geschmolzenen Eisens ein Grund mehr zum Schwimmen des kalten sei.

Centner hat versucht, die Leistung der tragenden Kraft des flüssigen Eisens folgendermaassen zu berechnen:

Wenn man ein massives Eisenmodell von 28 Pfd. einformt und abgiesst, erhält man einen nur 27 Pfd. wiegenden Abguss; mithin kann das flüssige Eisen, welches zu diesem Abguss verbraucht worden ist, auch nur 27 Pfd. gewogen haben.

Das von den Strömungen im Eisenbade zu überwindende Uebergewicht ist also nur $^1/_{28}$ des Gewichtes des Schwimmers. Versuche mit Zink ergaben für dieses Metall eine engere Grenze des Schwimmens, als für das Eisen, so dass man vielleicht die Schwimmfähigkeit proportional der Schmelzhitze des Körpers oder der Differenz zwischen den Temperaturen des geschmolzenen und des kalten Zustandes annehmen kann.

Auch bei der Centner'schen Beurtheilung der Frage ist auf die Aenderung der Constitution des Eisens im Moment des Erstarrens keine Rücksicht genommen und die gegebene Erklärung erregt um so mehr Bedenken, als auch glühendes Eisen auf flüssigem schwimmt und dabei doch wohl von einem Ausströmen von Luft und Wasserdämpfen nicht mehr die Rede sein kann.

Mehrfache Kritik erfuhr die Centner'sche Arbeit auf der 6. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure (Z. d. V. d. Ingen. VII. 503), unter Anderm vorzugsweise durch Gruson, welcher hauptsächlich die durch Centner vorausgesetzte grössere Hitze an der Oberfläche des Eisens anzweifelte und dagegen seine Beobachtung nochmals anführte, dass die heissen Eisenschichten immer unter den kälteren

Digitized by Google

sich befänden und dass darauf auch die Erfolge beim Flammofenbetrieb beruhten. Im Uebrigen blieb Gruson bei seiner Hypothese von der tragenden Kraft der Wärme, welche indessen in der folgenden Discussion lebhaft angegriffen wurde.

Die noch abgegebenen Urtheile, obgleich sie, einer Aeusserung des Vorsitzenden nach, nicht so absonderliche Theorien zur Grundlage hatten, als das Jahr vorher, verrathen doch zum grössten Theile Unkenntniss des Verhaltens des Roheisens in höherer Temperatur — ein Mangel, der sich namentlich in den Aeusserungen des Dr. Seyffert und des Bauraths Scheffler zeigt.

Dr. Seyffert supponirt, um das Schwimmen zu erklären, eine um den festen Eisenkörper adhärirende Dampfschicht, welche mit dem Eisenkörper ein Gesammtvolum von einem durchschnittlich geringeren specifischen Gewicht, als das der flüssigen Eisenmasse bilde.

Baurath Scheffler definirt das flüssige Eisen als „unvollkommene Flüssigkeit" und erklärt hieraus das Schwimmen, da doch selbst in vollkommenen Flüssigkeiten, wie das Wasser, die Cohäsion der Flüssigkeit bestimmte Gewichtsdifferenzen zu überwinden vermöge und Luftblasen z. B. am Boden wassergefüllter Gefässe haften und einer Erschütterung bedürfen, um aufzusteigen.

Es ist unnöthig, diese beiden Ansichten zu widerlegen, da sie **so sehr** gegen alle Erfahrungen, die man bis jetzt mit dem Eisen gemacht, verstossen, dass jeder Beweis derselben unmöglich ist und sie in sich zerfallen müssen.

Die erste mit Sachkenntniss erfolgte Besprechung aller mit dem Schwimmen des festen Eisens auf flüssigem zusammenhängenden Erscheinungen geschah in einem kurzen Aufsatze, den Schott in Ilsenburg in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, VIII. 209 u. ff. veröffentlicht hat; von einem gründlichen Kenner der Giessereiprozesse, na-

Digitized by Google

mentlich des Verhaltens flüssigen Eisens war nichts Anders zu erwarten.

Schott sucht in den Krystallisationsverhältnissen **allein** den Grund zu dem besprochenen Phänomen und constatirt zuerst als wirklich beobachtete Erscheinungen

1) das Ausdehnen des flüssigen Eisens nach dem Eintreten in die Form und vor dem Erstarren;
2) das Dasein von mehr oder minder ausgebildeten Krystallen im Roheisen.

Daraus folgert Schott wörtlich:

Demnach muss das Eisen vor den sein Gefüge auflockernden Bewegungen **in einem Zustand grösserer Dichtigkeit** sich befunden haben.

Nachdem 3 Sätze, eigentlich 3 Seiten desselben hypothetischen Satzes zur allseitigen Prüfung aufgestellt sind, theilt Schott die gemachten Erfahrungen mit.

Die ersten Sätze beziehen sich auf das Schwimmen des kalten Eisens auf sehr erhitztem und auf das allmälige Einsinken auf matter werdendem Gusseisen.

Die übrigen Sätze, mit Ausnahme des letzten, beziehen sich auf eine bei den Schalengussrädern gemachte Beobachtung. Die Schalen zu der Lauffläche bestanden aus 2 Cylinderhälften und waren mit Bändern und Keilen zusammengehalten. Bei dem Eingiessen traten die Fugen der 8 Coquillen auseinander, ehe eine Wirkung der Gusshitze auf die vorgewärmten Schalen sich hätte bemerklich machen können und man konnte das Eisen einfliessen sehen.

Nach dem Volllaufen stieg das Eisen in den beiden auf die Nabe gesetzten Eingüssen und erstarrte daselbst mit convexer Oberfläche. Die Fugen der Schalen dehnten sich immer mehr aus, bis das Rad vollkommen erstarrt war und begannen erst dann sich zu nähern; ein vollkommenes Schwinden trat erst nach dem Aufdecken der Form ein und von da an ein Loslösen

Digitized by Google

des Gusses von den Schalen. Das Schwindemaass betrug, wie gewöhnlich, $^1/_{96}$ der linearen Ausdehnung.

Im letzten Satz behauptet Schott, dass Holzkohlenroheisen auf reinem Cokesroheisen nicht schwimmen wird, da bei dem Mischen beider Roheisensorten eigenthümliche Vorgänge einträten, welche einen derartigen Schluss zu ziehen ihn gezwungen hätten.

§. 75. Unter den weiteren Mittheilungen über denselben Gegenstand (vergl. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. Bd. IX., S. 104 u. 114) ist eine von Dr. Bothe in Saarbrücken, wonach aus den in Homburg und Frankreich angestellten Versuchen hervorgeht, dass Stahl auf flüssigem Eisen ein- und untersinkt, während Gusseisen in jeder Form schwimmt, bis es sich hinreichend erhitzt hat. Manche Sorten schwammen, bis sie sich in dem flüssigen Metallbade auflösten.

Daraus liesse sich ein Maass für das specifische Gewicht des flüssigen Eisens herstellen, wenn man eine Skala verschieden dichter Stahlsorten anwendete und diejenige ermittelte, welche an jedem Punkte des flüssigen Metallbades im Gleichgewicht bleibt, weder schwimmt noch sinkt.

Obgleich die Mittheilungen in der oft erwähnten Zeitschrift d. V. d. I. und im Civilingenieur die ausführlichsten über diese höchst interessanten Erscheinungen am flüssigen Eisen sind, so können andere z. Th. ältere Bemerkungen doch hier nicht übergangen werden.

Wiebe (a. a. O. I. §. 14, S. 71) führt aus Karmarsch' mechanischer Technologie die Thatsache an, dass durch die Umwandlung des grauen Roheisens in weisses vermöge plötzlicher Abkühlung das specifische Gewicht sich gleichfalls in dem Verhältniss von 1000 : 1052—1071 vermehre, also das Volumen von 5—6 Proc. sich vermindere und findet dadurch seine Annahme, dass der Graphit des grauen Roheisens beim Verwandeln desselben in weisses eine chemische Verbindung mit dem Eisen eingehe, bestätigt.

S. 72 sagt Wiebe wörtlich: Geschmolzenes Eisen ist **dichter** als Gusseisen in festem Zu-

Digitized by Google

stande, da letztes auf erstem schwimmt. Das graue Roheisen dehnt sich beim Uebergange aus dem flüssigen Zustande in den festen mehr aus, als das weisse, auch füllt es die Formen besser.

Zu bemerken ist, dass Wiebe's Aeusserungen 1858 erschienen sind, mithin längst vor der 5. Hauptversammlung der Ingenieure, auf welcher die Frage durch Gruson zuerst angeregt worden ist.

§. 76. Die Eigenschaft der Ausdehnung des flüssigen Eisens ist auch von Guettier erwähnt, doch nicht recht klar; er sagt S. 11, Absatz 16: La fonte étant chauffée, se dilate, et si l'on redouble l'action du feu, elle entre en fusion. Elle jouit alors d'une propriété d'expansion, qui la fait s'étendre partout, où elle trouve des issues; c'est pourquoi les contours des objets coulés sont formés aussi exactement lorsqu'elle est coulée parfaitement chaude. La propriété d'augmentation de volume de la fonte coulée, lorsqu'elle commence à réfroidir, est plus considérable dans la fonte grise que dans la fonte blanche.

Der französische Text wurde wiedergegeben, damit die Unklarheit desselben nicht noch durch eine Uebersetzung vermehrt würde. Im Wesentlichen behauptet Guettier Folgendes:

„Das Roheisen in Fluss gebracht, hat die Eigen„schaft, nach allen Seiten hin zu expandiren. „Die gegossenen Gegenstände sind deshalb so genau „in ihren Umrissen ausgebildet, namentlich, wenn das „Eisen vollständig hitzig vergossen wurde."

„Die Eigenschaft der Volumvermehrung des ge„gossenen Eisens, wenn es zu erkalten beginnt, „ist im grauen Eisen grösser, als im weissen."

Das Schwimmen des Eisens ist bei Guettier nirgends berührt, doch scheint ihm die Ausdehnung des erstarrenden Gusses etwas Natürliches und oft Gesehenes zu sein, da er nicht speciell darauf eingeht.

Digitized by Google

dd) Von dem Schwinden des Roheisens; Schwindemaass; Erfahrungen von Karsten und Wiebe; Unterschiede im Schwinden je nach der Zeitdauer des Erkaltens und nach der Natur des Roheisens.

§. 77. Beim Erkalten zieht sich das Roheisen wieder zusammen und diese bei allen Körpern eintretende Erscheinung ist hier deshalb von ganz besonderer Wichtigkeit, weil die Grössen der durch den Guss darzustellenden Gegenstände meist vorgeschrieben und einzuhalten sind.

Die Formen sind um ein bestimmtes Maass weiter herzustellen, damit der erkaltete Guss genau die verlangte Grösse besitze. Dieses Maass bezeichnet man gewöhnlich mit dem Namen Schwindemaass. Dasselbe beträgt den allgemein feststehenden Erfahrungen der schlesischen und berliner Giessereien nach $^1/_8$ Zoll pro Fuss rhein. oder 1 Zoll auf 96 Zoll nach jeder der 3 Axen. Damit stimmen die Angaben von Guettier überein, welcher 10—12 Millim. pro Meter als das in den französischen Giessereien angewendete Schwindemaass (retrait) bezeichnet (S. 11, Absatz 16).

Karsten giebt es als zwischen 1—3 Proc., für gutes graues Roheisen $1^1/_2$ Proc. betragend an.

Natürlich erscheint das Schwinden nicht in jeder Richtung eines Gegenstandes gleichbedeutend, da die Gestalt und die Vertheilung der Massen desselben einen grossen Einfluss auf das Schwindemaass ausübt.

Auch die Beschaffenheit der Formen wirkt auf die Dauer und das Maass des Schwindens. In festen Formen schwindet das Eisen mehr, als in lockeren; in Lehm- und Masseformen, die scharf getrocknet werden, ehe sie zum Guss bereit stehen, erkaltet das Eisen nicht so rasch, als in Sandformen oder eisernen Schaalen, die eine Menge Hitze absorbiren, schwindet also stärker.

Lehmgussstücke fallen deshalb und auch, weil sie dem Treiben des Eisens den hinlänglichen Widerstand entgegensetzen, stets genauer und knapper aus, als Massegussstücke, diese wiederum bedeutend genauer aus, als Sandguss. Hiernach sind die Aeusserungen

Digitized by Google

Karsten's zu berichtigen, die er Bd. I. §. 124, S. 336 über den Einfluss der Formen auf Grösse und Gestalt des Gusses gethan hat. Sie gründen sich auf die noch jetzt häufig verbreitete Ansicht, dass das Schwinden der Dauer der Erkaltung umgekehrt proportional sei, eine Ansicht, die unmöglich auf Anschauung beruhen kann, sondern in einem unrichtigen Raisonnement über Krystallisation ihren Grund haben muss.

Ehe zur Erklärung der einzelnen Erscheinungen des Schwindens geschritten werden kann, ist noch die Angabe von Wiebe a. a. O. I. S. 72, §. 14 anzuführen, wonach das Schwindemaass des Eisens $^1/_{98}$ bis $^1/_{95}$ der ursprünglichen Dimension beträgt. Danach würden sich 1000 Raumtheile auf 942—858 Raumtheile zusammenziehen.

§. 78. Bereits bei der Behandlung der Begriffe Härte und Festigkeit (in dieser Arbeit) §§. 48 u. ff. wurde hervorgehoben, dass in ungleich starken Stücken durch ungleiches Schwinden Spannungen im Metall und Brüche hervorgerufen werden könnten.

Diese Erscheinung erklärt sich, wie im vorig. §. bereits angedeutet wurde, durch die verschiedene Dauer der Erkaltung in den verschiedenen Mengen flüssig gewesenen Roheisens, die zum Füllen der Formen jener Stücke nöthig gewesen sind. Man kann hiernach behaupten, das Schwinden finde in einem geraden Verhältniss zu der Dauer der Erkaltung statt; je langsamer das Erkalten, um so bedeutender ist auch das Schwinden, je rascher dagegen erstes, desto geringer die Volumverminderung.

Verfolgt man in Gedanken den Gang der Krystallisation in beiden Fällen, so erklärt sich das eigenthümliche Verhalten des Roheisens hinlänglich. Bei langsamem Erkalten haben die entstehenden Krystallindividuen Zeit, sich auszubilden und aneinander zu reihen, bei raschem Erstarren dagegen bilden sich Haufwerke von Krystallen: die Erstarrung schreitet nicht langsam von der Aussenseite nach Innen zu fort, sondern findet überall fast gleichzeitig statt. Es ent-

Digitized by Google

stehen dabei eine Unzahl fester Punkte, um die herum die Krystalle sich ansetzen; diese Krystallgruppen wechseln mit kleinen leeren Zwischenräumen ab und das Ganze erscheint wie eine poröse Substanz, welche mehr Raum einnimmt, als eine langsam zu grösserer Dichtigkeit erstarrte.

Findet die Erkaltung so rasch statt, dass dadurch eine Aenderung in der Constitution des Eisens eintritt, dass z. B. die Graphitausscheidung vollkommen gehindert und die Bildung eines weissen Eisens von strahligem Bruch ermöglicht wird, so ändert sich das Dichtigkeitsverhältniss des Eisens und es wird, trotz der raschen Erkaltung schwerer, d. h. es schwindet auch bedeutend mehr. (S. folgenden §.)

Noch ist zu bemerken, dass die Verschiedenheit im Schwinden nicht immer in der Praxis deutlich hervortritt. Bei dem Guss massiver Körper, der gewöhnlich in sehr festen Formen stattfinden muss, bildet sich die äussere Gusshaut ziemlich rasch und es entstehen im Innern leere Räume, die um so grösser sind, als das Nachsaugen von Eisen durch die Eingüsse und Lufttrichter gehindert wär.

Die äusseren Abmessungen des Gusskörpers sind hiernach dieselben wie bei rasch erstarrtem Guss, während unter Berücksichtigung der inneren Höhlungen doch ein bedeutendes Schwinden stattgefunden haben kann.

§. 79. Das Schwinden hängt nächst den Erkaltungsumständen auch von der Natur des Eisens ab; es ist bereits angedeutet, dass weisseres Eisen stärker schwindet, als dunkleres graphitreiches Eisen.

Ausserdem giebt es noch innerhalb derselben Farbe Unterschiede; man kennt Roheisen, welches die Eigenschaft besitzt, dünnflüssig zu sein, aber doch sehr rasch zu erstarren; anderes, welches, nicht so dünnflüssig, doch länger flüssig bleibt.

Für Gusszwecke am meisten geeignet ist ein recht dünnflüssiges Eisen, das aber möglichst langsam erstarrt; dasselbe krystallisirt langsam und ruhig, wird

Digitized by Google

aber stärker schwinden, als andere Sorten, die auch bei dem Schmelzen und Erstarren abweichendes Verhalten zeigen.

In diese Classe gehören die meisten aus strengflüssigen Erzen erblasenen Roheisensorten von grauer Farbe und darunter schwinden wiederum diejenigen am stärksten, welche bei einer höheren Temperatur erzeugt sind, also bei Anwendung schwerer Brennstoffe.

Cokesroheisen schwindet bedeutend mehr, als Holzkohlenroheisen; der Betrieb bei heissem Wind verursacht ein stärkeres Schwinden, als es das bei kaltem Winde erblasene Eisen zeigt.

Der Grund hiervon ist die bei der Anwendung von Cokes sowohl, als auch bei dem Betrieb mit heisser Luft erzeugte bedeutend grössere Hitze in den unteren Zonen des Hochofens.

Bei den späteren Umschmelzprozessen ist man genöthigt, um dieselbe Qualität dem Produkt derselben zu verleihen, eine der Erzeugungshitze möglichst entsprechende anzuwenden und dadurch treten die dem Material eigenen Verschiedenheiten im Schwindemaass auch bei den Produkten der Giessereien hervor.

Jedes Umschmelzen vermindert zwar das Schwindemaass des Eisens, da eine Aenderung der Constitution unvermeidlich ist; weil indess diese Erscheinung bei allen Roheisensorten auftritt, so bleiben die gegenseitigen Verhältnisse in Bezug auf das Schwinden ziemlich unverändert und nur der absolute Werth des Schwindemaasses erfährt eine Verminderung.

§. 80. Wie schon erwähnt, weicht das Verhalten der weissen und halbirten Eisensorten bedeutend von dem der grauen Sorten ab.

Weisses Roheisen schwindet stärker als graues, vielleicht, weil es in den seltenen Fällen seiner praktischen Verwendung bedeutend über seinen Schmelzpunkt hinaus erhitzt werden muss, um den zum Guss nothwendigen Flüssigkeitsgrad zu erhalten; fer-

Digitized by Google

ner, weil es beim Erkalten nicht dieselbe Veränderung in seiner Dichtigkeit erfährt; welche in dem grauen Eisen im Augenblick der Graphitabsonderung stattfindet und das Schwimmen des kalten Eisens verursacht.

Nach Karsten a. a. O. I. §. 124, S. 337 schwindet weisses Roheisen um 2—2½ Proc. seiner Abmessung, manches Mal mehr, manches Mal weniger. Eine genaue Angabe ist unmöglich, so lange man den Grad der Erhitzung nicht messen kann, den das flüssige Roheisen über seinen eigentlichen Schmelzpunkt erhalten hat.

Sehr interessant sind die Versuche von Guettier über das Schwinden mehrerer Eisenmischungen, welche aus weissem Eisen von übersetztem Gang und schottischem Roheisen (fonte Calder) in verschiedenen Proportionen hergestellt waren.

						seiner Länge
Das weisse Eisen allein schwand um						1,95 Proc.
5/6	weisses Eisen,	1/6	Calder	„	„	1,60 „
4/5	„ „	1/5	„	„	„	1,50 „
3/4	„ „	1/4	„	„	„	1,35 „
2/3	„ „	1/3	„	„	„	1,15 „
1/2	„ „	1/2	„	„	„	1,10 „
1/3	„ „	1/3	„	„	„	1,00 „
		Calder allein		„	„	1,00 „

(Vgl. Guettier, de la fonderie etc. Appendice 370 u. 371.)

Berücksichtigt man die eben erläuterte Verschiedenheit in dem Schwinden beider Roheisensorten und fasst man alle hierher gehörenden Erscheinungen zusammen, so kann man behaupten:

das Roheisen in einem Gussstück beginnt erst von dem Augenblick an, wo dasselbe seine geringste Dichtigkeit erreicht, zu schwinden. Dieser Moment ist bei dem grauen und halbirten Eisen der der Graphitausscheidung, bei dem weissen Eisen der Augenblick des Gusses selbst.

Da die Schmelz-, besser gesagt, Gusstemperaturen der beiden Eisenarten in der Praxis wohl ziemlich

Digitized by Google

gleich sein werden, so schwindet weisses Eisen längere Zeit als graues und das Schwinden muss, unter Berücksichtigung der im vor. §. erläuterten Umstände, auch ein stärkeres sein, als (es der Abmessung nach) bei dem grauen Eisen auftritt.

Die zur Erklärung des Schwimmens kalten Eisens auf flüssigem und des Expandirens flüssigen Gusses aufgestellte Hypothese von einer mit Dichtigkeitsänderung verbundenen Lösung und Abscheidung des Graphits im flüssigen, resp. erstarrenden Roheisen, wird nach dem eben Gefolgerten auch durch die, bei dem Schwinden der verschiedenen Eisensorten vorkommenden Erscheinungen unterstützt.

ee) Von dem Nachsaugen des erstarrenden Roheisens; Begriff der „verlornen Köpfe"; Bildung der Krystalldrusen.

§. 81. Von dem Nachsaugen des erstarrenden Eisens ist schon die Rede gewesen und da es im Grunde nichts weiter ist, als ein nach dem Erstarren der Aussenseiten eines Gussstückes fortgesetztes Schwinden, so wird es hier am geeignetsten abgehandelt.

Bei dem Erkalten grosser Gussstücke, deren Volumen ein längeres Flüssigbleiben des Eisens im Innern derselben verursacht, beobachtet man ausser dem an der Oberfläche messbaren Schwinden ein bedeutendes Nachsaugen des noch flüssigen Eisens der Einguss- und Luftauslässe; diese Erscheinung deutet auf ein fortgesetztes Verdichten des Eisens in der Form. Wenn die Oberflächen des Gussstückes erstarrt sind, so dass ein Nachfüllen von Eisen nicht gut möglich ist, so bilden sich im Innern der stärkeren Partieen leere Räume, welche oft mit Krystallen oder krystallinischen Bildungen ausgekleidet sind.

Da diese Bildung von Sauglöchern im Innern grosser Stücke oft deren Brauchbarkeit stört, so ist man bei Herstellung massiver Gusssachen möglichst bedacht, dem entgegenzuwirken.

Digitized by Google

Man begegnet dem Uebelstande am besten dadurch, dass man die Gussformen mit weiten Oeffnungen an den höchsten Stellen der stärksten, zum Saugen geneigtesten Theile versieht, durch welche ein Nachfüllen des flüssigen Eisens geschieht und so eine Bildung hohler Stellen im Gussstück thunlichst vermieden wird.

Da diese Stellen sich stets in den höchsten Partieen der Form und nahe unter der Gusshaut finden, so giebt man vielen Gussstücken sogenannte „verlorene Köpfe", in welchen dann diese Drusenräume sich finden. Bei Walzen, Kanonen, auch Pumpenkolben, Plungers, Cylindern etc. verlängert man die nach oben gekehrte Seite des Gussstückes um ein bestimmtes, den verlorenen Kopf bildendes Stück, welches nach dem Erkalten durch Abschneiden entfernt wird.

Durch diesen verlorenen Kopf, der in der Regel nach oben offen ist, giesst man Eisen nach und erhält dasselbe durch Bedecken mit Kohlenklein möglichst lange flüssig. Dass auch bei offenem Guss von hinreichender Stärke eine Bildung solcher Krystalldrusen erfolgen kann, wenn die obere Gusshaut erstarrt, kann man bei dickem Herdguss häufig beobachten, namentlich, wenn das Eisen rein, aber sehr graphitreich ist und eine dicke runzlige Haut auf der Oberfläche des Gusses bildet.

Dem Verfasser ist ein Fall bekannt, wo in einer kaum $2^1/_2$ Z. starken Roheisenganz, aus einer älteren Campagne des Gleiwitzer Hochofens stammend, die schönsten ca. $^1/_4$—$^3/_4$ Z. grossen Drusenräume mit farrenkrautartigen Krystallgruppen sich bildeten.

Je stärker das Eisen schwindet, je mehr ist es zur Bildung solcher Höhlen, zum Saugen geneigt; man findet deshalb diese Eigenschaft vorzugsweise bei den graphitärmeren und weisseren Eisensorten, z. B. bei den Gemischen, aus denen man Kanonen und Walzen giesst.

Abgesehen davon, dass eine starke Graphitausscheidung die Ausbildung von Eisenkrystallen stören muss, hat man bei dem Nachfüllen sehr dunklen grauen

Digitized by Google

Eisens, obgleich dasselbe an sich bedeutend schwindet, in den verlorenen Köpfen der Walzen wohl ein sehr grobes, oft grossschuppiges, fast blättriges Korn, niemals aber Krystallbildung erhalten, welches Verhalten auch zum Beweis eines geringeren Schwindemaasses dienen kann.

ff) Erfahrungen über Schwinden und Saugen des Roheisens.

§. 82. Die Betrachtungen über die Wirkung der Schmelzhitze auf das Gusseisen werden am besten durch Mittheilung einiger interessanter Fälle abgeschlossen, welche hierher gehören und dem Verfasser in der Praxis vorgekommen sind.

Es giebt Gussstücke, die, bestimmt, als Gefässe zu dienen, so dünnwandig sind, dass bei dem Erkalten derselben ein Springen und Zersplittern stattfindet, indem der innere Kern nicht genug nachgiebt, wenn das Schwinden eintritt.

Diesem Uebelstand wird, wenn keine construktive Aushilfe, keine Aenderung der Form oder der Dimensionen des Stückes stattfinden kann, dadurch begegnet, dass man dem Kern ein leicht zu lösendes, aber doch hinreichend steifes Gerüst giebt und dasselbe auseinander nimmt, sobald das Erstarren des Gusses begonnen hat und die Hitze es den Arbeitern gestattet, sich der Form zu nähern.

Da gewöhnlich, wenn der Guss an sich ohne Unfall verlief, auch diese Manipulation gelingt, obgleich bei solchen Gegenständen das stärkste Schwinden peripherisch um den Kern und rechtwinklig zu der Axe des Gefässes, sei es cylindrisch, eckig oder halbkugelförmig, stattfindet, also in der Widerstandsfähigkeit des Kerns sein Haupthinderniss findet, so ist wohl anzunehmen, dass das Schwinden in den niederen Temperaturen ein weit stärkeres sein muss, als näher dem Schmelzpunkte.

Wäre das Schwinden ein in derselben Temperaturdifferenz absolut gleiches, so könnte das obige Verfahren, welches mit Klugheit und Umsicht geleitet, die

Digitized by Google

Herstellung der schwierigsten Gestalten in Gusseisen ermöglicht hat, niemals zum Gelingen derselben führen.

Bei dem Guss der im §. 39 erwähnten Cylinder, welche Theile eines pneumatischen Imprägnirapparates für Lohgerber bilden sollten und deshalb luftdicht sein mussten, zog sich der Former dadurch aus der peinlichen Verlegenheit, die mühevolle und contraktlich übernommene Arbeit stets durch das Zerspringen des schwachen Gusses über dem ungeheuren Lehmkern von 90 Z. Dchm. vernichtet sehen zu müssen, dass er einen aufgeschlitzten gusseisernen Cylinder als Kernspindel sich erdachte, dessen Schlitz durch ein Keilstück, das vertikal herausgezogen werden sollte, gefüllt war.

Durch das Entfernen dieses Keilstücks, welches einfach aber fest verklammert wurde, gewann der auf dem mit einer gewissen Elasticität begabten eisernen Cylinder aufgetragene Lehmkern hinlänglich Spielraum, sich unter dem Einfluss des erkaltenden und schwindenden Gussstückes zusammen zu ziehen.

Die beobachtete und genau gemessene Zusammenziehung betrug im Mittel 3,5 Z., welches bei $90^1/_2$ Z. Drchm. oder 284,3 Z. Peripherie, in der Mitte der Eisenstücke gemessen, 1,23 Proc. Schwindemaass ergiebt.

Der Guss geschah, wie im §. 39 angegeben ist, mit grauem guten Eisen, welches im Flammofen umgeschmolzen worden war; der Qualität des Materials entspricht auch das Schwindemaass (vgl. §. 77).

§. 83. Interessant ist die Wirkung zu beobachten, welche die Verschiedenheit des Schwindens in zwei Schichten desselben Gussstückes hervorruft. Es ist bekannt, dass Polirwalzen mit abgeschreckter Lauffläche dargestellt werden, indem man halbirtes Eisen in eine Form giesst, die in dem abzuschreckenden Theil aus Gusseisen, im Uebrigen jedoch aus Masse besteht. Gewöhnlich wird dieselbe so zusammengestellt, dass an eine cylindrische Kapsel, welche die Form des Walzenkörpers enthält, zwei Kasten mit den in Masse geformten Kupplungs- und Laufzapfen angeschraubt werden.

Digitized by Google

Das Eisen wird von unten, tangential einströmend, in die Form geleitet und steigt in rotirender Bewegung bis in den verlorenen Kopf.

Die Darstellung solcher Walzen hatte zu Anfang mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen, unter denen das häufige Auftreten starker Längsrisse im harten abgeschreckten Theile des Walzenkörpers die unangenehmsten waren.

Der Verfasser versuchte auf der Gleiwitzer Eisengiesserei die Darstellung solcher Hartwalzen aus einer sorgfältig zusammengesetzten Mischung der besten eigenen und fremden Eisensorten und hatte nach mehreren fruchtlosen Versuchen das Glück, gute 15zöllige Polirwalzen für Stabeisen herzustellen, welche auf der benachbarten Redenhütte in Gebrauch kamen und gut befunden wurden.

Auch bei diesem Versuche verursachte das Auftreten von Längsrissen, sogenannten Hartborsten von bis $^1/_2$ Zoll Weite, den meisten Ausschuss; dieselben wurden unter folgenden Umständen beobachtet:

1) Bei einer Walze zeigte sich ein Längsriss, in welchen das innere Eisen getreten war und denselben zum Theil wieder verschweisst hatte; an einigen Stellen aber schien es, als ob das von innen herausgedrückte Eisen über die Kruste weg sich verbreitet habe. Hiernach musste die Walze bereits etwas geschwunden sein, ehe das Bersten der Hartschaale erfolgte.

2) Dieselbe Walze wurde nach genauer Untersuchung excentrisch aufgespannt und soweit abgedreht, dass der Riss verschwand; das durchgetretene Eisen war grau, während die 1 Zoll starke Hartschaale weiss und von splittrigem Bruch war.

3) Bei dem Guss einer $3^1/_2$ F. langen, 13—14 Z. starken Walze missrieth das Stück dadurch, dass das Eisen, als es eben in dem verlorenen Kopfe aufstieg, unten die Form durchbrach und in die Dammgrube lief, so dass nur etwa der untere Zapfen gefüllt blieb.

Bei dem Auseinandernehmen zeigte sich die Hartschaale in der durchschnittlichen Dicke von $1^1/_2$ Z.

Digitized by Google

bereits ausgebildet und war stehen geblieben. Trotzdem sie sich nach dem plötzlichen und unvermutheten Entleeren der Form frei zusammenziehen konnte, bekam sie, namentlich nach dem unteren Ende zu, Längsrisse.

§. 84. Aus den angeführten Thatsachen erhellt, dass die Hartschaale sich bereits bildet und zu schwinden beginnt, wenn das innere Eisen noch vollkommen flüssig und vielleicht noch im Expandiren begriffen ist. Da in Folge des Schwindens die feste und widerstandsfähige Kapsel nicht mehr in demselben innigen Contakt mit der harten und spröden Rinde der Walze sich befindet und dieselbe gegen den Innendruck schützt, so spaltet die Hartschaale an irgend einer Stelle, und das flüssige Eisen tritt durch den Spalt bis an die Schaale hervor.

Ist das Eisen mehr zum Abschrecken geneigt und nicht so hitzig, so füllt sich die entstandene Hartborste nicht mit flüssigem Eisen aus dem Innern der Walze, sondern klafft nach dem Erkalten mit rauhen und zerrissenen Wänden.

Selbst bei Bildung einer harten Schaale, sei es durch Anwendung eines geeigneten Eisens oder starker Kapseln, die rasch viel Wärme absorbiren, entstehen Hartborsten und alsdann wohl lediglich durch die Differenz im Schwinden der Schaale und des Kerns und die daraus entstandene Spannung.

Schon Wachler in seiner detaillirten Arbeit über die Hartgiesserei (Oberschlesische Hefte III. Nr. 9) sucht die Erklärung der Hartborsten in einer Verschiedenheit des Schwindens beider Eisenzonen in der Walze und in der dadurch hervorgerufenen Ueberwindung der Cohäsion. Betrachtet man das Klaffen des Längsrisses in seiner Breite als ein Maass für die Differenz des Schwindens in der Hartschaale und dem Kern der Walze, so ergiebt sich mit der bei 14 und 15 Z. dicken Walzen beobachteten Rissweite von $^3/_8$—$^1/_2$ Z. ein um nahezu 1 Proc. grösseres Schwinden der Hartschaale.

Digitized by Google

Da die in Rede stehende Walze aus Cokesroheisen mit Zusatz englischer Hartwalzenbruchstücke und Holzkohlenroheisens dargestellt war und aus dem Flammofen gegossen wurde, so dürfen die aufgeführten Resultate wohl für die meisten Giessereien von Wichtigkeit sein, die mit Umschmelzöfen arbeiten.

gg) Von dem Tempern des Roheisens; Erfahrungen von Reaumur.

Erwärmt man Eisengussstücke unter Abschluss der Luft bis zu einer dem Schmelzpunkt nahen Temperatur, so verändert sich die Beschaffenheit des Eisens und dasselbe verliert nicht nur, wie bereits §. 48 angedeutet wurde, die Spannung, die durch eine ungleiche Eisenvertheilung hervorgerufen war, sondern jede Sprödigkeit und wird in manchen Fällen selbst biegsam und dehnbar. Man benutzt diese Eigenschaft des Gusseisens, um kleine Gegenstände, die man sonst aus Schmiedeeisen darstellte, zu giessen und durch Ausglühen oder Tempern denselben ähnliche Eigenschaften zu geben, wie sie das Schmiedeeisen besitzt.*)

René de Reaumur war der Erste, welcher, allerdings nur in den Schranken des Laboratoriums, diese Experimente machte und dadurch den ersten Schritt zu einer Industrie that, welche in der neuesten Zeit mit der Ausbreitung des Maschinenwesens eine grössere Ausdehnung genommen hat.

Schon Reaumur fand, dass sehr reines weisses Eisen sich am Besten tempern oder adouciren liess und dass die daraus dargestellten Gegenstände nach dem Tempern auch eine vermehrte Festigkeit erhalten hatten, — während die aus grauem Roheisen gegossenen und dann getemperten Sachen zwar auch

*) Die Frage des schmiedbaren Gusses findet in dem zweiten Band des Werkes eine ausführliche Beachtung. Der schmiedbare Guss ist in der Neuzeit ein ganz besonderes Industrieprodukt geworden, das grosse Bedeutung erlangt hat und an vielen Orten im Grossen dargestellt wird.

Digitized by Google

sehr weich, aber auch gleichzeitig sehr mürbe geworden waren.

Der Grund dieses verschiedenen Verhaltens liegt darin, dass im weissen Roheisen der Kohlenstoffgehalt chemisch gebunden, im grauen Roheisen als Graphit ausgeschieden ist.

Da durch das Tempern ein wirkliches Entkohlen des Roheisens stattfindet und chemisch gebundener Kohlenstoff eher sich entfernen lässt (wenn sich auch Glühspan hierbei bildet), als mechanisch beigemengter, so ist erklärlich, warum das Tempern des weissen Roheisens bessere Resultate liefert, als das graue. (Vgl. Karsten a. a. O. I. §. 134 u. 135, S. 348 u. ff., ebenso Guettier a. a. O. S. 371 u. ff.).

3) Von dem Einfluss der Elektricität und des Magnetismus auf das Roheisen; Versuche von Guettier; Berichte von Karsten und Napier.

§. 86. Von dem Einflusse der magnetischen und elektrischen Ströme auf das Gusseisen ist noch keine technische Anwendung geschehen, obwohl man es versuchte, durch Einwirkung solcher Ströme eine Veränderung im Zustande des Metalls hervorzurufen.

Das Metall wurde im flüssigen Zustande den Strömen ausgesetzt und eine Zeit lang unter dem Einflusse derselben belassen.

Bestimmte Mittheilungen hierüber finden sich in Guettier a. a. O. p. 15. Guettier berichtet die Resultate von Versuchen, die allerdings noch nicht zu Ende gediehen, namentlich aber nicht in dem Maassstabe ausgeführt waren, der ein sicheres Urtheil zulässt.

Die Veränderungen in der Natur des Eisens bestanden

1) in einer Volumvermehrung, ohne Zunahme der Porosität,
2) in einer Festigkeitsvermehrung,
3) in einer Annäherung an die Eigenschaften des Stahls.

Digitized by Google

Da es z. Z. noch an allgemeinen und zahlreichen Versuchen hierüber fehlt, so konnte nur diese Stelle angezogen werden.

Karsten bespricht nur das Leitungsvermögen und die magnetische Eigenschaft des Eisens, ohne auf die Möglichkeit eines Einflusses solcher Strömungen zu kommen.

Es erscheint ganz gut denkbar, dass die elektrische Kraft im Stande sein könne, das aus einem Gemisch von Verbindungen verschiedener Elemente bestehende Roheisen, wenn es im flüssigen Zustande der Wirkung eines starken Stromes ausgesetzt ist, in seiner chemischen Constitution zu verändern und dadurch gleichzeitig auch manche Eigenschaften an demselben zu vernichten, andere zu erzeugen. Einen indirekten Beweis liefern die 1845 veröffentlichten Arbeiten von Napier über die Ausscheidung des Eisens und anderer Metalle aus ihren geschmolzenen Erzen durch die blosse Einwirkung der Elektricität.

Da man im Stande ist, Eisenoxyd zu zerlegen, so kann man schliessen, dass die Ausscheidung der mit dem reinen Eisen das Gusseisen zusammensetzenden und in seinen Eigenschaften beeinflussenden Elemente ebenfalls gelingen muss, da deren Verwandtschaft zum Eisen nicht grösser sein kann, als die des Eisens zum Sauerstoff.

Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, hieraus für die Praxis Nutzen zu ziehen, doch sind dieselben nicht so leicht zu erwarten; die Schwierigkeit des sorgfältigen Experimentirens mit einem grösseren Quantum geschmolzenen Eisens und die Kosten solcher Versuche sind Ursachen ihrer Seltenheit.

Das Roheisen leitet sowohl die Elektricität, als auch den Magnetismus, indessen erreicht seine Leitungsfähigkeit bei Weitem nicht die des Stabeisens und des Stahls. Man hat die Bemerkung gemacht, dass diese Abweichung im elektrischen und magnetischen Verhalten der verschiedenen Eisenarten dem Unterschiede in ihren physi-

Digitized by Google

kalischen und auch in ihren chemischen Eigenschaften entspricht.

Je weicher und reiner das Eisen ist, um so mehr besitzt es die Eigenschaft, jene geheimnissvollen Kräfte aufzunehmen und weiter zu führen.

Bekanntlich hat das Eisen und einige seiner Erze sogar die Eigenschaft, den Magnetismus als etwas Eigenes zu fesseln und „magnetisch" zu werden.

Alle Magneten bestehen aus Eisen und die Fähigkeit magnetisch zu werden, hängt mit einer anderen Eigenschaft zusammen, die ihrerseits aus der ganzen Molekularbeschaffenheit des Eisens hervorgeht.

„Je dichter und härter eine Eisenart ist, „um so schwieriger ist es, sie magnetisch zu „machen, um so länger aber behält sie die „Eigenschaften eines Magneten."

Unter den Roh- und Gusseisenarten findet dasselbe Verhalten statt und es ist vielleicht die Coulomb'sche Drehwaage ein ganz gutes Messinstrument für die Härte eines Eisens, besonders aber zur Kritik eines Stahles zu verwerthen.

4) Von den chemischen Eigenschaften des Roheisens und den Beziehungen seiner Bestandtheile zu einander und zu den physikalischen Eigenschaften.

§. 87. Noch weniger ergiebig in technischen Resultaten, als die Kenntniss von der Einwirkung mehrerer physikalischer Kräfte auf den Guss, ist bisher die Chemie des Eisens für den Giessereibetrieb gewesen.

Da der Giessereitechniker im Wesentlichen berufen ist, vorhandenes Material umzuschmelzen und zu vergiessen, so glaubt man noch fast allgemein, mit der angewandten Chemie hätte das Giessereiwesen nichts zu schaffen und die betheiligten Personen brauchten keine Chemie. Das ist auch mit der Grund, warum in den metallurgischen Hand- und Lehrbüchern das

Digitized by Google

Kapitel über Giesserei entweder gar nicht oder nur sehr stiefmütterlich behandelt ist.

Eine andere ernstere Folge dieser Ansicht ist, dass auch kein Chemiker es der Mühe werth erachtet hat, sich im alleinigen Hinblick auf den Giessereibetrieb mit dem Vergleich der chemischen Bestandtheile vor und nach dem Umschmelzen zu befassen und daraus dann Schlüsse für den Gang des Schmelzens zu ziehen.*)

Bei den übrigen Eisenhüttenprozessen ist man auf die Betrachtung der chemischen Vorgänge näher eingegangen; über den Hochofenprozess, über den Puddelprozess des Stahls und des Stabeisens, jüngst über dem Bessemerprozess, den Martin-, den Siemensprozess, sind mühevolle und umfassende Untersuchungen geführt worden. Dagegen über den Giessereiprozess liegt Nichts weiter vor, als was sich aus den Untersuchungen der übrigen Prozesse entwickeln lässt. Direkte Untersuchung der Schmelzprozesse, Analysen das Eisens und der Schlacken sind nicht bekannt, und doch ist wohl kein Techniker mehr in der Lage, nach der Güte und Brauchbarkeit des Roheisens fragen zu müssen, als gerade der Giessereitechniker, wenn er auch nicht alle Sorten gebraucht. Die Roheisenproducenten sind, wenn erst eine rationelle Behandlung des Giessereibetriebes stattfindet, in den Stand gesetzt, den mit wissenschaftlicher Präcision ausgedrückten Anforderungen des Giessereitechnikers entsprechend, ein bestimmtes Produkt als das Ziel ihrer Bemühungen sich zu setzen; die Giessereien selbst sind aber in der Lage, auch minder gute Sorten durch richtige Behandlung beim Schmelzen und Giessen zu verarbeiten. — Der Nutzen einer genaueren Erkenntniss der Vorgänge in den Giessereien dürfte hiernach wohl nicht mehr bestritten werden und es ist nur noch

*) Um bei dem Bessemerprozess sich über die Veränderung des Roheisens durch das Umschmelzen zu unterrichten, sind neuerdings Analysen desselben Roheisens, roh und umgeschmolzen, gemacht werden.

Digitized by Google

die Frage zu beantworten — auf welche Ziele müssen die Untersuchungen gerichtet werden, welches sind die dunklen Orte, denen das Licht der Wissenschaft noch fehlt?

Der geschickte und erfahrene Praktiker legt zwar solchen Spekulationen keinen besonderen Werth bei, besonders, wenn sie sich noch im ersten Stadium befinden; doch gesteht der Verfasser, selbst mehrere Jahre Praktiker, dass eine mehr wissenschaftliche Behandlung dieser Dinge nicht nur ihm, sondern den meisten denkenden Collegen Bedürfniss gewesen und dass sie dieselbe unablässig versuchten. Der gegebenen Musse entsprechend, welche im praktischen Leben meist karg bemessen ist, waren auch die Resultate nur unbedeutend, doch sollen sie hier mitgetheilt werden.

Es sind keine exakten Ermittelungen, keine Analysen, sondern nur Versuche, die täglich beobachteten Erscheinungen zu erklären.

aa) Beziehungen zwischen den Elementen des Roheisens und den in den meisten Erzklassen enthaltenen fremden Mineralsubstanzen; Entstehungsreihe der Eisenerze nach Volger und Ludwig; relative Reinheit der Erze; Unterschied zwischen primär abgelagerten und transportirten Erzvorkommnissen.

§. 88. Da das reine Eisen im Grossen nicht dargestellt wird und auch nicht die für eine praktische Verwendung nothwendigen so verschiedenen Eigenschaften besitzt, welche uns das Roheisen, der Stahl, und das Stabeisen darbieten, so ist die Aufmerksamkeit bei der Betrachtung der chemischen Natur aller Eisensorten allein auf das Dasein, die Menge und den Einfluss aller Elemente gerichtet, welche in den drei bezeichneten Eisensorten, namentlich aber in dem Roheisen, dem Material der beiden anderen, durch die zu grosser Schärfe ausgebildeten Methoden der analytischen Chemie aufgefunden worden.

Die Zahl der im Roheisen vorkommenden fremden Bestandtheile ist sehr gross und umfasst zunächst alle die Elemente, deren Verbindungen

Digitized by Google

in den Eisenerzen enthalten waren, welche zur Darstellung des betreffenden Eisens gedient hatten.

In den übrigen Arten des Eisens, welche aus dem Roheisen dargestellt werden, ändert sich sowohl Zahl, als Menge der Bestandtheile des letzteren, so dass bei der Betrachtung des Roheisens es sich vorzugsweise empfiehlt, auf die Erze und ihre chemische Natur zurückzugehen.

Dieser Gang ist neu, doch nicht unmotivirt, denn die Darstellung des Roheisens war die erste Analyse eines Erzes, nicht in dem Sinne genommen, wie das Wort jetzt angewendet wird. Aus den ermittelten Eigenschaften des Produkts zog man Schlüsse für die Zusammensetzung und die Unterscheidung der Erze und bildete der Ausführung im Grossen die Tiegelprobe nach, um die Menge und die Eigenschaften des aus den Erzen darstellbaren Roheisens zu finden.

Trotzdem ist der vorgeschlagene Weg zu empfehlen, weil die Analyse der Eisenerze in ihren Details nicht die Schwierigkeiten darbietet, wie die des Roheisens, — wenigstens bei gleicher Arbeit sicherere Resultate giebt. Ein Stoff natürlich, der dem Eisen durch das Brennmaterial während des Reduktionsprozesses der Erze zugeführt wird, muss lediglich durch eine Untersuchung des Roheisens festgestellt werden. Es ist dieses der Kohlenstoff, von dem wir bald Vieles zu sagen haben.

Um hierin dem früher aufgestellten Gesammtbild sämmtlicher Eisensorten uns zu nähern, sollen die Gemengtheile nicht allein einzeln in ihren Wirkungen auf das Eisen, sondern auch die Gesammtheit derer, die sich in einem Erz von bestimmter Beschaffenheit und bekannter Lagerstätte vereinigen können, betrachtet werden.

Hiernach ist die Charakteristik einer aus einem beliebigen Erz dargestellten Roheisenart in die Charakteristik der Einflüsse aller darin mit dem reinen Eisen verbundenen Elemente zu zerlegen und man gelangt hierbei auf kürzerem Wege zu fruchtbringenden

Digitized by Google

Schlüssen, als ihn die eigentliche sogenannte Chemie des Eisens zulässt. *)

Grosse Vortheile für diese Betrachtungsweise ergeben sich, wenn man die Erscheinungsphasen des Eisens und der auf dasselbe influirenden Elemente in der unorganischen Natur näher untersucht, wie sie z. B. Volger, gestützt auf die Arbeiten Haidinger's, in seinen „Studien zur Entwickelungsgeschichte der Mineralien," Zürich 1854, in wissenschaftlich-motivirter Reihenfolge aufgestellt hat.

Da sämmtliche Reaktionen, welche zur Vermittlung der Bildungsstufen als verlaufen angenommen werden mussten, solche sind, die durch die Natur des Eisens und seiner Verbindungen täglich noch hervorgerufen werden, namentlich aber dem Eisenhüttenmann immerwährend vorkommen, so hat der Referent keinen Anstand genommen, die Ansicht Volger's auch auf metallurgische Zwecke anzuwenden.

§. 89. Volger's Reihe des Bildungsganges sämmtlicher Eisenerze geht von einem in thermalen Wasserläufen gelösten Sesquicarbonat des Eisens aus, welches als primär einstweilen angesehen werden muss, obgleich viele Erscheinungen darauf hindeuten, dass das Sesquicarbonat selbst nur ein Glied der rückkehrenden Reihenfolge seiner Produkte ist.

Aus der Lösung des Sesquicarbonats in den Wassern des Erdinnern lassen sich zweierlei Produkte ableiten,

einmal die bei Luftabschluss und unter bedeutendem Druck krystallisirten Lagerstätten des Carbonates oder Spatheisensteins,

dann die bei Luftzutritt gebildeten und weiter transportirten Schlämme von Eisenoxydhydrat, welche die

*) Solange die im Uebrigen höchst wichtigen technischen Untersuchungen über die Chemie des Eisens und seiner Verbindungen nicht abgeschlossen sind, kann dem Techniker nur empfohlen werden, den Hochofenprozess und die Erze genau zu studiren, um das Roheisen genauer kennen zu lernen.

Digitized by Google

meisten getropften, derben und erdigen Brauneisenerze abgeben.

Beide Erscheinungsformen, sowohl der Spatheisenstein, als auch der Brauneisenstein werden wiederum verändert und geben neue Reihen von Gebilden, welche häufig als Pseudomorphosen der Muttersubstanz auftreten und den Hergang der Umwandlung dem aufmerksamen Beobachter verkünden.

Die Spatheisensteine verwandeln sich durch Verdrängen der Kohlensäure seitens eindringender Wasser und durch Oxydation des Oxydules in Eisenoxydhydrat und Brauneisenstein, welcher oft das Gefüge des Spatheisensteins beibehält, wenn die Umwandlung längst vollendet ist.

Dieses Gefüge ändert sich sehr häufig in ein zelliges drusiges Aussehen um und das Erz wird durch später eingeführte Schlämme von Eisenoxydhydrat mit stalaktitischen Bildungen durchzogen, so dass Ueberreste des alten Gefüges schwer erkennbar werden. Diese Verbindung, das Oxydhydrat mit dem grössten Wassergehalt, tritt in spröden amorphen Massen auf und ähnelt alsdann dem künstlich dargestellten Eisenoxydhydrat, so wie auch den Schlämmen, die sich aus den Gewässern der Steinkohlengruben vieler Reviere in den Gefludern und Wasserhaltungscylindern niederschlagen.

Man findet sie, beinahe schwarz gefärbt, inmitten dichter, fasriger und zelliger Brauneisensteine, wie sie das Revier Siegen u. a. Gegenden ausgezeichnet liefern und sie bilden dann die Kerne der übrigen Massen.

Wenn das Brauneisenerz transportirt worden ist, d. h. wenn es als fertiger Schlamm abgesetzt wurde, besitzt es traubige und geflossene stalaktitische Formen, dichte Massen umhüllend, während das krystallinische Gefüge sich nur von der Oxydation eines Spatheisensteins und dem Verbleib des Produkts an Ort und Stelle herschreibt.

Durch die Bergbaue sind grosse Massen solchen in Brauneisenstein verwitterten Spathes mit erkennbarem späthigen Gefüge bekannt geworden. Vergl.

Digitized by Google

die Lagerstätten am Erzberg in Ober-Steyermark, bei Schmalkalden im Thüringerwald, in den Karpathen u. s. w., welche fast nur aus solchem metamorphosirten Spatheisenstein bestehen.*)

§. 90. Dass aus dem Brauneisenstein, der durch Transport des Eisenoxydhydratschlammes entstand, eben so wie aus dem Erz, das seine Existenz einer Metamorphose des Spatheisensteins an Ort und Stelle verdankt — sich durch Entziehung erst eines Theils, dann der Summe des Wassergehaltes die verschiedenen Varietäten des Brauneisenerzes, Glaskopf, Lepidokrokit, Göthit u. s. f., ferner Rotheisensteine aller Art bilden können, hat Volger mit Erfolg zu beweisen gesucht, obgleich er nur an zerstreutem Material, wie an einer vollständigen Reihe von Stufen desselben Revieres seine bezüglichen Studien machen konnte.

Die in der fraglichen Beziehung so sehr lehrreichen Erze des Siegerlandes waren ihm nur in einem Stück bekannt, welches eine alte Aufschrift trug und den Beweis nicht so unterstützen konnte, als es eine ganze Reihe Erzvorkommnisse im Stande gewesen wäre.

Diese Bildungsreihe der Eisenerze ist hier in einer Weise berührt, welche vielleicht für eine das Giessereiwesen behandelnde Arbeit allzu eingehend erscheint; doch haben gerade die Giessereitechniker die beste Gelegenheit, eine der Hauptstützen der Volger'schen Ansicht täglich wahrzunehmen — ich meine das Rosten des Eisens. Nirgends in der That, als auf den Giessereien, wo ein bedeutendes Formkasteninventar fast unausgesetzt dem Einflusse der Luft preisgegeben wird, producirt man, ohne es zu wollen, eine solche Masse von Rost.

Dieser Rost erscheint nie hell von Farbe, sondern gewinnt allmählich ein dunkles, röthlicher werdendes, oft

---

*) Die Erzlagerstätte am Hüggel, südlich von Osnabrück, zeigt nach Mittheilungen des Herrn Ingenieurs F. Lürmann in sehr deutlicher Weise den Zusammenhang von Brauneisenstein in mulmiger wie derber Form mit Spatheisenstein.

Digitized by Google

mit glänzender und irisirender Oberfläche verbundenes Aussehen. Am hellsten erscheint der Rost da, wo er sich mit der grössten Schnelligkeit zu bilden vermag, also auf allen durch Dreh- oder Bohrstähle blank gemachten Flächen. Man sieht ihn dort nach einigen Stunden oft im hellsten Gelbbraun auftreten, aber auch dieser unter günstigen Umständen gebildete Rost verfällt der Farbenwandlung, die wir bereits angeführt haben.

Giebt man zum Beispiel die abgehobelte Theilfläche eines Formkastens (zum Guss stehender Rohre) oder die Schnittfläche eines verlorenen Kopfes der Witterung, namentlich einem warmen Regen preis, so erscheint zuerst ein lichtbrauner, im Gegensatz zu der bläulichen Haut des Gusseisens fast gelb aussehender Ueberzug, der nach und nach röther wird und sich endlich losblättert, wenn er Härte genug gewonnen hat.

Die Farbe geht nach und nach in das Blutrothe über, und namentlich bei Gussstücken, welche in der Erde gelegen und einem langsamen Rosten ausgesetzt waren, finden sich solche Färbungen.

Auch bei Dächern, welche mit Eisenblech gedeckt sind, findet man nach Jahren eine Farbe, welche mit der des derben und fasrigen Rotheisensteins die auffallendste Aehnlichkeit hat.*)

Abgesehen indessen von der Fülle der Beobachtungen, welche auf Giessereien im Interesse der Erzfolge gemacht werden können, entschuldigt das Beispiel Guettier's und Anderer das Eingehen auf die Erzfrage vollkommen. Karsten, welcher das Giessereiwesen im engsten Anschluss an den Hohofenbetrieb betrachtete, zu dessen Zeit man noch nicht allenthalben eine so strenge Scheidung zwischen Giessereiroheisen und Frischroheisen machte, würde eben so gut besonders auf diese Dinge eingegangen sein, wenn es in

*) So stand in Colonowska bei Gross-Strehlitz O.S. ein herrschaftliches Gebäude, welches mit Renardshütter Schwarzblech gedeckt, im Jahre 1856 eine rothgraue Farbe zu haben schien, welche in der Intensität der rothen Nuance abwechselnd stärker und schwächer schien.

Digitized by Google

seiner Absicht gelegen hätte, ein besonderes Werk über Giesserei zu schreiben.

§. 91. Die von Volger u. A. aufgestellte Reihe successiver Bildungszustände der Eisenerze giebt Veranlassung zu Reflexionen über die Wechselbeziehungen der Reinheit und des Alters, welche für den Eisenproducenten von praktischem Werthe sein können und sich ungefähr folgendermaassen ausdrücken lassen.

1) In derselben Reihe ist jedes Glied unreiner als das unmittelbar vorhergehende oder, das ältere Erz ist das chemisch reinere von zweien, die man vergleicht.

2) In derselben Bildungsphase zweier Reihen ist das an Ort und Stelle der primären Ablagerung durch Metamorphose entstandene Erz das reinere, während das aus einem Transport seiner Hauptbestandtheile entstandene Erz durch fremdartige Körper verunreinigt sein kann.

3) Die so häufig nachweisbare chemische Verunreinigung durch Trümmer und Schlämme von Gebirgsarten nimmt mit der Weite des Transportes zu und im umgekehrten Verhältniss zu dem geologischen Alter der Lagerstätte ab, d. h. weit transportirte und jüngere oder mehrmals transportirte Erzlager sind am stärksten durch Gebirgstrümmer aller Art verunreinigt.

Man kann schon aus der oberflächlichen Beschaffenheit, dem Alter der umlagernden Gebirgsformation in Verbindung mit der Entwickelungsstufe der Lagerstätte eines beliebigen Erzes einen praktischen Schluss ziehen auf die Qualität der Erze; ihr Verhalten im Hochofen, die Art der Verunreinigung und schliesslich die Brauchbarkeit des damit zu erblasenden Eisens zu diesen oder jenen besonderen Zwecken. Wie weit diese Vorausbestimmung zutrifft, liegt, wie bei allen derartigen Methoden, an der Uebung und dem Scharfsinn des Beurtheilers und, wie beim Erkennen der Mineralien, thut auch hier die praktische Erfahrung das Meiste.

Diese Diagnose wird vollständig werden, sobald

Digitized by Google

die Genesis der Eisenerze besser erforscht ist. Ausser Haidinger und Volger hat noch E. Ludwig in seinen „Geogenischen und geognostischen Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural", Darmstadt 1862, C. Jonghaus, wesentlich im Sinne der beiden erstgenannten Forscher die Erzlagerstättenbildung behandelt und für die Mehrzahl der bekannteren mitteleuropäischen und russischen Bergbaudistrikte durchgeführt. Vor Allem sind die Eisenerze mit der ihnen gebührenden Ausführlichkeit behandelt und in einer Weise, die dem denkenden Praktiker vorzüglich zusagen wird.

Im Folgenden, ohne hier weiter auf die mineralogischen Speculationen einzugehen, welche Haidinger's und Volger's Arbeiten angeregt, sollen die grossen Erzgruppen besprochen und der Uebergang der verschiedenen Elemente in das Roheisen aus der Zusammensetzung, resp. der Entstehungsweise der Erze nachgewiesen und erklärt werden.

bb) Eintheilung der Eisenerze nach ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften.

Technisch betrachtet, giebt es zwei Klassen von Eisenerzen:

1) die aus Eisenoxyden bestehenden Erze,
2) die säurehaltigen Erze.

Da man allen Grund hat, die letzte Klasse, wenigstens in ihrem reineren Typus als die primäre Form anzusehen, unter welchem das Eisen in den Erzlagerstätten aller Erdschichten auftritt, so soll sie hier zuerst betrachtet werden.

Charakteristik des Spatheisensteins; Reinere und unreinere Varietät; Sphärosiderit, Thoneisensteine, Blackband; Gehalt derselben an Schwefelmetallen und fremden Carbonaten.

Den Ausgangspunkt bietet das typische Erz dieser Klasse, das kohlensaure Eisenoxydul oder der Spatheisenstein, welches sich höchstwahrscheinlich aus

Digitized by Google

einer wässerigen kohlensauren Auflösung durch verschiedene Einwirkungen gebildet hat.

Unter hohem Drucke in kohlensaurem Wasser gelöst, musste es sich zum Theil bei der Verminderung des Druckes absetzen und in dieser Weise sind in weiten Felsklüften, welche wie Krystallisationsgefässe die gesättigte Lösung aufnahmen, die mächtigen Spatheisensteinlagerstätten der verschiedenen Länder entstanden. Diese Ablagerungen sind nie reines Eisenoxydulcarbonat, denn die erzeugenden Wasserläufe haben auch auf die durchsickerten Felsmassen und die Wände der Gesteinsklüfte gewirkt und Alles unter ähnlichen Verhältnissen, wie das Eisenerz Lösliche in sich aufgenommen und mit demselben zugleich abgesetzt.

Dieses gilt vorzugsweise von den Carbonaten des Mangans, des Kalkes und der Magnesia, welche in keinem Spatheisenstein fehlen; andere nur selten vorkommende Carbonate haben keinen Einfluss auf den Gang und die Resultate der Reduktion solcher Erze.

Bei der Betrachtung der reinsten Spatheisensteine scheint es, dass dieselben zuerst in einem lockeren Krystallhaufwerke bestanden, welches später in seinen Zwischenräumen durch dichtere und unreinere Massen ausgefüllt worden. Die sogenannten Grobspäthe des Siegerlandes zeigen häufig diese Erscheinung. Zwischen grobspäthigen ausgezeichnet blättrigen Massen liegen dunkler gefärbte unreinere und dichtere Zonen. In denselben findet man eingesprengt Schwefelkieskrystalle, deren Dasein, wenn es sich ausdehnt, für die Qualität des Eisens von Wichtigkeit sein kann.

Der Umstand, dass derartige Ablagerungen sich strichweise verfolgen lassen, weist darauf hin, dass der primitive Strom von Bicarbonat sich in seiner chemischen Beschaffenheit geändert und Flocken von Schwefelmetallen geführt haben muss, welche inmitten des Eisenerzes zu Krystallen sich concentrirten und verwuchsen.

Die dichteren Erzzonen enthalten auch pulverförmigen Quarzsand und andere Reste zerstörter Kluftwände, welche durch die heissen Wasser angegriffen sein mussten.

Digitized by Google

§. 93. Dieser Zersetzung des Bicarbonats unter der Einwirkung verschiedener Agentien des Erdinnern kann die Bildung der an eisenhaltigen Quellen häufig beobachteten Niederschläge von unlöslichen Eisenverbindungen an die Seite gestellt werden. Doch verläuft hier der Prozess etwas anders. Die Gegenwart organischer Körper, Algen, Diatomeen, auch grösserer Organismen, führt eine Zersetzung der Kohlensäure und die Fällung des Eisens als Oxydhydrat herbei. Nur in seltenen Fällen, wo die organischen Körper im Ueberschuss vorhanden sind und noch reducirender einwirken, hindern sie die Bildung und Fällung von Oxydhydrat und es entsteht ein Niederschlag von kohlensaurem Eisenoxydul, der wenig oder kein Eisenoxyd enthält.

So bilden sich die unreinen Spatheisensteine der neueren Formationen, ausser den gewöhnlichen Begleitern des Eisencarbonates noch Schwefelmetalle, Phosphate, Sulphate, mechanisch eingeschlämmte Thone und Sande enthaltend.

Geschah diese Fällung des Carbonates in der Gegenwart von Pflanzen, so befinden sich die gebildeten Erzlagerstätten in Verbindung mit Kohlenflötzen; geschieht sie durch thierische Reste, dann sind die Lagerstätten am reichsten in der Nähe von Versteinerungen.

Bekannt sind hauptsächlich 3 solche Bildungen: die der Kohlenformation, die der jurassischen und die der neueren Formationen.

Die erste ist vorzugsweise in Verbindung mit abbauwürdigen Kohlenlagern gefunden worden und bildet einen Hauptfaktor für die Eisenerzeugung, namentlich wo sie in inniger Mischung mit Kohle als Blackband auftritt.

Die zweite, durch Reste von Diatomeen oolithisch werdend, von grüner und grauer Farbe, ist meist in den versteinerungsreichen Schichten des mittleren Jura einheimisch und ein geschätztes Erz.

Die dritte ist nicht so sehr verbreitet, wie die beiden anderen, auch nicht so eisenreich, enthält aber ebenfalls Versteinerungen und tritt in ähnlicher Weise

Digitized by Google

auf, wie die vorhergehende Bildung, mit der sie bisher meist verwechselt wurde.

Sämmtliche dreierlei Sphärosiderite oder Thoneisensteine haben indess das mit einander gemein, dass sie den Spatheisensteinen gegenüber nur als sehr verunreinigte Erze gelten dürfen.

Man findet in denselben Schwefelkiese (Binarkiese) in radialstrahligen Massen, Bleiglanz, Blende, Kalk-, Magnesia-, Mangancarbonate. Thon und Sand, mechanisch eingeschlämmt, geben den Erzen ein erdiges Ansehen und man kann sie sehr leicht mit eisenhaltigen Thonen und Sandsteinen verwechseln, in die sie auch bei wachsender Armuth schliesslich übergehen.

Die Oxydation der Schwefelmetalle erzeugt Sulphate, z. B. Schwerspath und Gyps, die jüngeren Sphärosiderite durchschwärmend. Kohle an den Steinkernen der Versteinerungen, auch sonst in schwachen Schnüren sich vorfindend, und Phosphate zeigen die Gegenwart thierischer Körper an, treten aber in sehr ungleichem Maasse auf.

Es ist nicht selten, dass innerhalb einer Lagerstätte die ärmeren Erze auch ärmer an diesen schädlichen Resultaten der Fäulnissprozesse sind, während reichere Lager deren so viel enthalten, dass die technische Verwendbarkeit aufhört. Die Strojecer Erze in Oberschlesien bieten einen ausgezeichneten Beleg für diese Behauptung.

Das Eisenoxyd und seine Hydratstufen als Erzgruppe; Classification; grössere und geringere Reinheit; Phosphorgehalt; milde Erze, Bohnerze, Stuferze, Rasenerze; Roheisen aus Brauneisensteinen (Mariazell, Ungarn, Sayn, Siegerland, Thüringen, Oberschlesien, Norddeutschland, Holland). Der Rotheisenstein (Hämatit); das daraus erblasene Eisen.

§. 94. Die nächste Klasse von Eisenerzen, das Oxyd und seine Hydratstufen umfassend, ist

Digitized by Google

am Bedeutendsten und ist sowohl in den ältesten, als auch in den jüngsten Formationen anzutreffen.

Wir wollen zuerst die Hydrate betrachten, da dieselben der Volger'schen Hypothese nach das Material zu dem reinen Oxyde geliefert haben müssen.

Wie bei der vorhergehenden Klasse, sind auch bei dieser die gesammten hineingehörenden Erze in zwei Gruppen zu trennen.

a) Eisenoxydhydrate (und Eisenoxyde), welche an Ort und Stelle ihres Vorkommens aus dem Carbonate entstanden sind und häufig als wirkliche Pseudomorphosen auftreten.

b) Eisenoxydhydrate (und Eisenoxyde), welche transportirt und in stalaktitischen, traubig-knolligen Massen, auch derb in der Textur, an anderen Stellen abgelagert worden sind, als den der Entstehung oder Umbildung.

Die Erze der ersten Art sind reiner als die der zweiten, enthalten aber beigemengt alle Körper, welche schon in dem Muttergestein vorgefunden sind, jedoch, dem jetzigen Verbindungszustand des Eisens entsprechend, in anderer Anordnung. Die zu löslichen Salzen oxydirbaren Schwefelmetalle gehen theilweise fort, die Phosphorverbindungen bleiben in ziemlich gleicher Menge oder mehren sich, wenn die neugebildeten Erze in der Nähe untergegangener Organismen sich vorfinden.

Besonders tritt diese Zunahme an Phosphorgehalt ein bei allen Erzen dieser Klasse, welche transportirt erscheinen, am deutlichsten bei allen jüngeren Erzbildungen. Dazu treten noch mannigfache, mechanisch beigemengte fremdartige Gesteinrückstände, welche als Sand, Schlamm und Staub mit dem Eisenerz weiter bewegt worden sind. Solche Erze hinterlassen, sobald man sie mit starken Säuren behandelt, unlösliche, meist aus Quarz oder schwer aufschliessbaren Silikaten bestehende Rückstände.

Diese Verunreinigungen nehmen natürlich um desto mehr zu, je öfter die Erzsubstanz Transporte durch-

Digitized by Google

gemacht hat, ehe sie zu ihrer jetzigen Lagerstätte gelangt ist.

Herrschen die erdigen oder thonigen Beimengungen vor, so hört der Zusammenhang des Erzes auf und dasselbe erscheint als zerreibliche oder erdige Masse. Dahin gehören die weichen Brauneisenerze von Ibbenbüren u. a. O. des westlichen Deutschlands, die weichere Minette, das oberschlesische milde Erz und die zerreiblichen Erze der Karpathen. Selten finden sich grössere Erzstücke oder „Stufen" in erwähnenswerther Menge vor, dagegen oft grössere Trümmer benachbarter Formationen, z. B. Dolomit- und Kalkstücke, Feuersteine und jaspisartige Rollstücke.

Die Bohnerze, fast allgemein als Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach oolithischen Kalken angesehen, bilden häufig lose Massen aus einzelnen erbsengrossen Körnern bestehend.

Die Raseneisensteine, in den jüngsten Formationen sich findend, an bestimmten Orten sich noch in der Jetztzeit weiter bildend, erscheinen theils in zusammenhängenden Lagerstätten und Blöcken, theils in der Form loser Sandmassen von grobem Korn.

Sie sind sehr unrein und enthalten ausser organischer Substanz, Sand und Gebirgstrümmern eine bedeutende Menge Phosphorsäure, welche oft die technische Verwendbarkeit der Erze in Frage stellt. Die gewöhnlichen Begleiter des Eisens: Mangan, Kalk und Magnesia fehlen auch hier nicht und ihre Gegenwart beweist, dass die Verbindungszustände dieser Elemente alle Wandlungen und Metamorphosen mit dem Eisen gemein haben.

§. 95. Das aus den Brauneisensteinen der ersten Gruppe, den nicht transportirten, erblasene Eisen ist sehr rein, grau, weich und zähe, zur Giesserei meist brauchbar. Seine Festigkeit wird nur durch den Phosphorgehalt beeinträchtigt, der indess bei dieser Erzgruppe meist nur gering ist. Einen hohen Werth erhalten diese Brauneisensteinlager dadurch, dass sie in der unmittelbaren Nähe noch unzersetzter Spatheisensteine lagern und mit denselben zugleich abgebaut

Digitized by Google

werden können. Sie gelangen in Folge dessen auch auf dieselben Hüttenwerke und beide Erzarten werden dann zusammen verhüttet. Durch eine zweckmässige Combination beider ist der Hüttenmann im Stande, sowohl Spiegeleisen, als auch graues und weiches Giessereiroheisen, je nach Bedürfniss, zu erblasen. Das Brauneisenerz macht die Beschickung zu einer strengflüssigen und der Spatheisenstein zu einer schwerer reducirbaren, so dass man die Qualität des Eisens vollständig in der Hand hat.

Die Sorten, welche früher in Sayn zum Kanonenguss dargestellt worden sind, verdanken dem Zusatz der ausgezeichneten Brauneisensteine von Horhausen ihre ausserordentliche Zähigkeit; die vollständige Sammlung derselben, welche sich zur Zeit in dem metallurgischen Cabinet der Berliner Bergakademie befindet, zeigt als gemeinschaftlichen Charakter aller Bruchproben grobkörnige, schwach halbirte Beschaffenheit, mit ausgezeichnetem hakigen Bruch und starkem Glanz.

Das Gusseisen von Mariazell in Steyermark wird meistens aus den bereits oxydirten Spatheisensteinen, welche stark geröstet und mit armen strengflüssigen Zuschlägen aufgegeben werden, bei verhältnissmässig hohem Kohlensatz erblasen und zeigt, wie bereits erwähnt worden ist, eine ausserordentliche Festigkeit. (Vgl. §. 31 dieser Arbeit.)

Auch in Ungarn und auf dem Thüringerwald kommen ähnliche Verhältnisse vor; die glänzendsten der Art sind in den letzten Jahren im Siegerland erschlossen worden.

Das Roheisen, welches man aus den transportirten Brauneisenerzen gewinnt, besitzt die guten Eigenschaften des vorerwähnten Eisens in geringerem Maasse. Die Erze sind, ihrer vielen schlackenbildenden Unreinigkeiten wegen, strengflüssig und nur in seltenen Ausnahmefällen kann man ein anderes als dunkelgraues Eisen daraus erblasen, welches in Folge der strengflüssigen Beschickung weit mehr fremde Elemente enthalten muss, als das Produkt der reineren Eisenerze, wie sie soeben betrachtet wurden. Wenn es die Umstände

Digitized by Google

irgend erlauben, setzt man zu dergleichen Erzen Sphärosiderite und verbessert auf diese Art die Ofenbeschickung.

§. 96. Das Eisen, welches z. B. aus den milden Brauneisenerzen der oberschlesischen Trias dargestellt wird, ist dunkelgrau, vorherrschend feinkörnig (namentlich bei Holzkohlenbetrieb), zum Giessereibetrieb geeignet, namentlich wenn es direkt vergossen werden kann. Umschmelzen macht es leicht hart und spröde. Dieses deutet auf hohen Silicium- und Phosphorgehalt. Sind die Erze manganhaltig, wie so manche neue Förderungen sie liefern, so lassen sie sich zur Erzeugung von weissem Eisen gut verwerthen. Die Darstellung dieses spiegeligen Eisens, welches indess häufig graue Kerne zeigt, gelingt vorzüglich, wenn die Erze zinkhaltig und dadurch geneigt sind, den Ofen abzukühlen.

Die Festigkeit des oberschlesischen Gusseisens ist im Allgemeinen nicht sehr gross und wird durch die Neigung zum Schwinden und Saugen noch mehr beeinträchtigt. Dadurch, dass der Phosphorgehalt immerhin noch sehr gegen den Siliciumgehalt zurücksteht, ist es erklärlich, dass die Gusswaaren aus solchem Eisen nicht besonders schöne Oberflächen zeigen können. — Hier muss in der That die Kunst des Förmers und Modelleurs kräftig eintreten.

Die Brauneisenerze der mittleren Formationen, die Eisenoolithe und Bohnerze, welche keine Kohlensäure enthalten oder bereits in Hydrate übergegangen sind, liefern ein etwas kaltbrüchiges Eisen, da der Phosphorgehalt dieser Erze bedeutender ist und der Eisengehalt geringer. Sie geben ein zu Giessereizwecken brauchbares Produkt, welches reine Oberflächen liefert und noch hinreichende Festigkeit besitzt, um die meisten Gusswerke daraus fabriciren zu können. Manche dieser Erze sind so gutartig, dass man sie ohne Nachtheil zur Darstellung von Frischroheisen verwenden kann. Die Bohnerze des Jura, sowohl in Deutschland, als in Frankreich, gehören hierher, ferner englische u. a. Vorkommnisse.

Das letzte Glied der Reihe bildet das Produkt

Digitized by Google

der jüngsten Erzbildungsperiode, des Raseneisensteins, ein Roheisen, welches phosphor- und siliciumreich, diese beiden Stoffe im umgekehrten Verhältniss enthält, als es bei dem oberschlesischen Roheisen der Fall war. Hier dominirt der Phosphor und ist die unzweifelhafte Ursache der auf allen Raseneisensteinwerken beobachteten Dünnflüssigkeit des Gusseisens, sowie des bedeutenden Kaltbruches. Dieses Eisen eignet sich daher ganz gut zum Giessen leichter Waaren, deren Festigkeit keiner harten Probe unterworfen wird und seine Dünnflüssigkeit begünstigt das Gelingen schwacher und reichverzierter Dinge, die vorzugsweise aus diesem Material hergestellt werden.

Während die oberschlesischen Roheisensorten nach neueren Untersuchungen stets Phosphor und Silicium bis beziehungsweise zu $^1/_2$ und 3 Proc. enthalten, so findet man in den Wiesenerzroheisensorten $3^1/_2$ Proc. Phosphor und 2 Proc. Silicium als Maximum der Gehaltswerthe. Es muss aber bemerkt werden, dass das Maximum von $3^1/_2$ Proc. dem Durchschnittswerth des Phosphorgehaltes weit näher liegt, als das Maximum von 2 Proc. dem Durchschnittsgehalte an Silicium, welcher zwischen $^1/_2$—1 Proc. bei den Raseneisensteinen zu liegen scheint. Das Letztere geht aus den Mittheilungen von Karsten hervor, der die märkischen Verhältnisse der Art mit einer gewissen Vorliebe behandelt hat.

Die Raseneisensteineisensorten erhalten ihren schwankenden Siliciumgehalt als Resultat der Beschaffenheit ihrer Erze. Diese, vorherrschend sandiger Natur, sind oft strichweise so mit Sandkörnern gemengt, dass man Mühe hat, das Erz zu zerkleinern. Diese auffallende Unreinheit zieht jedenfalls auch die weniger auffallende nach sich, d. h. beide sind die Folgen weiten Transportes und ungünstiger Ablagerung. Ein von mir untersuchtes märkisches Raseneisensteinvorkommen zeigte einen wechselnden Gehalt von ca. 20—40 Proc. Quarzsand und resp. 40—30 Proc. Eisenoxyd, daneben fand sich 2—3 Proc. Phosphorsäure, welche bei einem mittleren Ausbringen an

Digitized by Google

30 Proc. Roheisen demselben 2—3 Proc. Phosphor zugeführt haben würden.

Es ist zu bemerken, dass, da mit der Quantität der fremdartigen Gemengtheile auch die Armuth des Erzes an Eisen steigt, die Unbrauchbarkeit des Produktes in einem weit rascher steigenden Verhältniss wächst, als die Armuth des Materials.

§. 97. Die zweite Gattung von Eisenerzen dieser Klasse, das Oxyd oder den Hämatit in seinen Arten umfassend, theilt sich in 2 Gruppen, wie wir es bei den Hydraten gesehen haben, doch ist nochmals zu bemerken, dass hinsichtlich der Ausdrücke transportirt u. s. w. ein Unterschied stattfindet.

Da sich die Verwandlung der Brauneisenerze in Rotheisensteine allem Anscheine nach ohne jede Ortsveränderung vollzog, so kann von transportirten Rotheisensteinen nicht die Rede sein, sondern von Rotheisensteinen, die aus transportirten Brauneisenerzen hervorgegangen sind.

In diesem Sinne theilt man die Eisenoxyde oder Rotheisensteine ein in:

a) Eisenoxyde, hervorgegangen aus Hydraten, welche an Ort und Stelle ihres Vorkommens aus dem Carbonat entsanden sind.

b) Eisenoxyde, hervorgegangen aus Hydraten, welche transportirt und in stalaktitischen, traubig-knolligen Massen, auch derb in der Textur an anderen Stellen, als denen der Entstehung oder Umbildung abgelagert wurden.

Man sieht hieraus, dass die Eintheilung aus dem §. 95 lediglich wiederholt wurde, nur unter besonderer Betonung des Abhängigkeitsverhältnisses der Rotheisensteine, welche gleichgelagerten Brauneisenerzen gegenüber stets secundär erscheinen, während diese als primär gelten dürfen.

In diesem Sinne fasste auch Haidinger den rothen Glaskopf als eine Pseudomorphose nach braunem auf und die Eisensteinsgruben des Siegerlandes u. a. O. weisen dies in ihren verschiedenen Vorkommnissen deutlich nach.

Digitized by Google

Man findet dort Rotheisensteinmassen vom deutlichsten späthigen Gefüge, theilweise noch in Spatheisenstein übergehend, mit Drusen von Eisenglanzkrystallen, man findet sie dicht mit undeutlichen Blätterbruchflächen; es kommen Glasköpfe vor, welche zum Theil aus Rotheisenstein bestehen, zum Theil auch das vollkommenste Aussehen des Brauneisensteins haben. Man findet Braun- und Rotheisenstein der Art untereinandergemengt, dass die chronologische Entstehungsfolge, wie sie bereits erläutert wurde, nicht bezweifelt werden kann.

Von den transportirten Brauneisenerzen sind allerdings nur die älteren in Rotheisenstein verwandelt, während unter denen der mittleren Ablagerungen die Metamorphose seltener und innerhalb der jüngsten, wie die Bohnerze und Raseneisensteine, gar nicht gefunden wird.

Die Erzreihe ist hiernach nicht so ausgedehnt, wie bei den Brauneisenerzen, und umfasst nicht solche Verschiedenheiten in der Lagerung, wie in der Constitution.

Hier giebt es zwei Hauptarten, welche in den beiden oben aufgestellten Gruppen gleichzeitig auftreten.

1) Eisenglanz = krystallisirtes Eisenoxyd.
2) Rotheisenstein = nichtkrystallisirtes Eisenoxyd.

§. 98. Für die Hüttentechnik von allgemeiner Wichtigkeit sind allein die Rotheisensteine, da Eisenglanz nur vereinzelt so mächtig auftritt, dass eine Industrie sich auf das Vorkommen desselben gründen könnte.

Das Eisen, welches man aus den Rotheisensteinen gewinnt, ist meistens sehr rein, dunkelgrau und von den besten Eigenschaften. Da bis jetzt nur die älteren und reineren Brauneisenerze als Erzmutter der Rotheisensteine gefunden werden, so erscheint diese aus der Erfahrung hervorgegangene Behauptung sehr natürlich.

Diese allgemeine bessere Qualität des Roheisens aus Hämatiten variirt unter sich nach der mehr oder minder grossen Dichtigkeit des Erzes.

Digitized by Google

Der Eisenglanz ist reiner, als das derbe, späthige oder traubige Erz derselben Gattung. Das Eisen, welches aus den Elbaer Eisenglanzen dargestellt wird, ist vielleicht eines der besten Arten, aus dem Alterthum her berühmt als Stahlerzeuger.

Diesem Eisen am nächsten stehen die Produkte der Glasköpfe, die neben den derben und späthigen Rotheisensteinen ein Hauptmaterial für festes und reines Eisen, neuerdings zum Bessemern sehr gesucht, abgeben und sich ausser in England, noch in Deutschland (Nassau-Siegen, Harz und Böhmen u. a. a. O.) vorfinden.

Daneben treten Rotheisensteine auf, welche mit Gangarten, Thon, namentlich aber verschiedenen Einschlüssen mehr oder minder reich bedacht, sich den ähnlich constituirten Brauneisensteinen der älteren Ablagerungen zur Seite stellen und ähnliche Produkte liefern.

Eine zweckmässige Gattirung mit reineren Erzen verbessert die Qualität der Produkte am Ehesten; wo dieses durch die Verhältnisse gehindert wird, ist es oft nicht möglich, die Erze zu gebrauchen. Dieses tritt dann ein, wenn dieselben Schwefelmetalle eingesprengt enthalten, welche wie R. Ludwig (a. a. O.) bemerkt, häufig einer reducirenden Einwirkung von vulkanischen Gasen ihre Entstehung verdanken.

Da diese Vorkommnisse zu den seltneren gehören, so kann man im Allgemeinen das Produkt der Hämatite als ein sehr gutes, auch zu Giessereizwecken mit anderen Sorten ausserordentlich brauchbares Roheisen bezeichnen.

Das Eisenoxydoxydul als Erz; Charakteristik; Entstehungshypothesen von Volger und Ludwig; Eisen und Magneteisenstein.

§. 99. Den Inbegriff der dritten und letzten Klasse von Eisenerzen bilden die Magneteisensteine oder das Eisenoxydoxydul. In welcher Weise der Magneteisenstein sich an die bisher betrachtete Kette

Digitized by Google

von Erscheinungen anschliesst, ist noch nicht hinreichend festgestellt. Volger setzt ihn neben das Eisenoxyd und nimmt an, er sei durch einen Reduktionsprozess daraus entstanden. Thatsache ist, dass wenn Sphärosiderite sehr scharf geröstet werden, sich ein dunkler schwarzbrauner Kern in jedem Stücke bildet, welcher von einer rothen Schaale umgeben ist.

Hier geschieht die Wirkung, durch die Wärme unterstützt, in kurzer Zeit. In der Natur treten andere Verhältnisse ein, deren unausgesetzte Fortdauer in ungeheuren Zeiträumen mit kleinen Mitteln dasselbe hervorbringen, was wir auf der Eisensteinsröststadel beobachtet haben.

Da die Magneteisensteine meist in unregelmässigen Stöcken und Lagern vorkommen, auch im Ganzen weit unreiner sind, als die Rotheisensteine, so ist das Eintreten besonderer energischer Umstände bei der Entstehung dieser Lagerstätten nicht unwahrscheinlich.

R. Ludwig (a. a. O. S. 218) nimmt im Wesentlichen an, dass Magneteisenstein durch die Einwirkung von Eisen-Carbonat auf bereits niedergeschlagene Lager von Eisenoxyd entstanden sein muss. Die stets beobachtete Anwesenheit von Kieselsäure und Silikaten lässt die feuerflüssige Entstehung als unwahrscheinlich ansehen, da im letzteren Falle sich Olivine und Frischschlacken hätten bilden müssen.

Die Magneteisensteine enthalten häufig eingesprengten Quarz, eine Menge verschiedener Silikate und in manchen Lagerstätten alle Arten Schwefelmetalle. Erstere äussern einen guten Einfluss, indem sie die Lockerheit des Erzes und seine Strengflüssigkeit befördern und die Schlackenbildung erleichtern. Letztere dagegen verhindern, wenn sie hinreichend vertreten sind, jede technische Verwendung des Erzes, wenn es nicht gelingt, sie durch Aufbereitung und wiederholte Röstung zu zerstören.

Die reineren Sorten, z. B. die schwedischen Dannemoraerze gehören zu den besten und reichsten Eisenerzen, eben so die grossen Massen, die im Ural eingelagert sind und daselbst von verschiedenen Punkten

Digitized by Google

ausgebeutet werden. An anderen Orten, z. B. in Schlesien und in Piemont, ist man gezwungen, zum Rösten und Aufbereiten zu greifen, um überhaupt die dortigen Erze verhütten zu können.

§. 100. So verschiedenartig die Magneteisensteine unter sich erscheinen, so sehr unterscheiden sich die Produkte derselben von einander. Bei sehr reinen Erzen, welche keine Schlackenbilder enthalten, ist man gezwungen, solche zuzuschlagen und erhält dadurch eine strengflüssige Beschickung, welche ein halbirtes oder graues Giessereiroheisen liefert, das als schwedisches Kanoneneisen einen ausgebreiteten Ruf besitzt und in der Form alter ausgedienter Kanonen sehr geschätzt wird.

Die helleren und härteren Sorten dieses Eisens verwendet man auch zum Frischprozess, doch erzeugt man das Frischroheisen lieber aus den Magneteisensteinen, welche Silikate in hinreichender Menge eingesprengt enthalten, um eine leichtflüssige Beschickung zu geben, welche dann mit kaltem Wind verblasen wird.

Das hieraus fallende Roheisen liefert ausgezeichnetes Stabeisen, welches ein Hauptmaterial für die Cementstahlbereitung bildete und früher nur aus Schweden bezogen wurde.

Die quarzreichen Magneteisensteine geben ein siliciumreiches halbirtes Roheisen, welches zum Giessereibetriebe noch sehr brauchbar ist und selbst zu Kanonengüssen Verwendung findet.

Die schwefelreichen Magneteisensteine geben sehr schlechte Eisensorten und können unter Umständen allein gar nicht verwendet werden. Dahin gehören die deutschen und ungarischen Vorkommnisse dieser Art, welche weitläufige Aufbereitungs- und Röstprozesse hervorgerufen haben.

Im Ganzen ist das Vorkommen des Magneteisensteins ein mehr vereinzeltes, als das der anderen Erze und es ist ihm nicht die volkswirthschaftliche Wichtigkeit beizumessen, welche die ärmeren Brauneisenerze und Thoneisensteine besitzen, deren ausgedehnte

Digitized by Google

Verbreitung grossen Landstrichen Nutzen bringt, während die edleren Eisensteine, vor Allem der Magneteisenstein, nur an einzelnen Punkten, wenn auch da mit grosser Mächtigkeit, auftreten.

cc) Von den fremden Bestandtheilen des Roheisens; Summe derselben in Procenten; Classification; Herkunft der verschiedenen Bestandtheile.

§. 101. Nach dem über die Zusammensetzung und den Entstehungsgang der Erze Gesagten ist es kaum zu verwundern, wenn die Analyse fast alle bekannteren Elemente im Roheisen nachgewiesen hat.

Man unterscheidet:

1) Bestandtheile, welche vorherrschen und einen nachweisbaren Einfluss auf die Eigenschaften des Roheisens ausüben;
2) Bestandtheile, welche seltener auftreten, oder in so geringer Menge, dass ein Einfluss auf die Beschaffenheit des Eisens nicht zu spüren ist.

Die Summe sämmtlicher fremden Bestandtheile ist im Verhältniss zum Eisengehalte nur sehr gering und übersteigt nicht 12—15 Proc. im alleräussersten Fall; hierbei ist ein später zu erwähnendes Element mitgerechnet, welches je nach der Beschaffenheit der Erze für das Eisen vicarirend eintritt, seinem Verhalten nach als identisch mit dem Eisen angesehen werden kann. Es ist dieses das Mangan, von dem im folgenden §. 102 näher die Rede sein wird.*)

Für die Technik zunächst ist allein die erste der beiden oben genannten Abtheilungen von Wichtigkeit; vor Allem sind 4 Metalloïde zu erwähnen, die bereits bei mancher Gelegenheit in den Kreis dieser Betrachtungen traten: 1) Kohlenstoff. 2) Kiesel. 3) Schwefel. 4) Phosphor.

---

*) Durch neuere Bestrebungen ist man allerdings dahin gelangt, Mangan in sehr bedeutenden Quantitäten in das Roheisen zu führen; dann steigt der Gehalt an fremden Substanzen bis zu 50 Proc.

Digitized by Google

Sie sind in der vorstehenden Reihenfolge so geordnet, dass ihre wichtigsten Beziehungen zu der Roheisenconstitution bald ersichtlich werden.

Sie sind geordnet:

1) nach der durchschnittlichen Menge und Häufigkeit ihres Auftretens — so dass der Kohlenstoff der im Allgemeinen vorherrschende, der Phosphor der im Allgemeinen zurücktretende Bestandtheil ist;
2) nach der Unschädlichkeit der Bestandtheile, oder nach der Güte ihres Einflusses auf die Brauchbarkeit des Roheisens — so dass sich der Kohlenstoff als der unschädlichste, der Phosphor dagegen als der gefährlichste Bestandtheil herausstellt;
3) nach der Leichtigkeit, den betr. Bestandtheil durch einen Läuterungsprozess aus dem Roheisen zu entfernen — wonach der Kohlenstoff leichter aus dem Roheisen entfernt werden kann, als die 3 anderen Elemente.

Es kommen natürlich Ausnahmefälle vor; deshalb sind aber auch die Elemente nach Erfahrungsdurchschnitten geordnet, deren Aufstellung unter Zuziehung solcher Ausnahmeverhältnisse geschehen ist.

Aus späteren Mittheilungen geht hervor, dass solche scheinbare Unregelmässigkeiten, wie die eben angedeuteten, den Weg zu weiteren Schlüssen zeigen.

§. 102. Der Kohlenstoffgehalt des Roheisens ist lediglich der Leitung des betr. Schmelz- und Reduktionsprozesses zuzuschreiben, der Gehalt an den verschiedenen anderen Elementen dagegen der Natur und den Beimengungen der Erze.

Diese letzteren bedingen zwar durch die Art ihres Vorkommens, sowie ihrer Verunreinigungen die Führung des Schmelzprozesses; also in indirekter Weise auch den Kohlenstoffgehalt des Roheisens, doch kann man diese Einwirkung durch künstliche Umstände derart verstecken, dass für den Augenschein der Kohlengehalt nur von der Menge und Temperatur der kohlenden Hochofengase abhängt.

Digitized by Google

Die Analysen geben einen sichtbaren und einen verborgenen Kohlengehalt im Roheisen an; in dieser allgemeinen Betrachtung fassen wir beide zusammen, da es aus der Praxis hinreichend bekannt ist, welchen Einfluss die Schmelz- und Erkaltungszustände auf die Erscheinung des Kohlengehalts im Eisen besitzen. Die übrigen drei Bestandtheile treten nicht sichtbar auf.

In kleinen, fast verschwindenden Mengen und Spuren sind ausser den vier erwähnten Bestandtheilen noch an ähnlichen Elementen nachgewiesen worden:

aus der Schwefelreihe: Selen;

aus der Phosphorreihe: Arsen, an welches sich unter ungewöhnlichen Umständen Antimon und Tellur anschliessen.

Diese soeben genannten Elemente übertreffen den Phosphor in seiner Wirkung auf die Eigenschaften des Roheisens, doch kommen sie nie in solcher Menge vor, um dem Roheisen gefährlich zu werden.

Der angebliche Stickstoffgehalt des Roheisens, bei Gelegenheit der Stahlbildungstheorie von Fremy gegen Caron heftig verfochten, ist nach umfassenden Untersuchungen Rammelsbergs nichts als die Folge einer Täuschung und in seiner vermeintlichen Wichtigkeit für die Stahlbildung vollkommen beseitigt.

Ebenso grundlos ist die Ansicht de Cizancourts, welche sich in den Comptes rendus t. 57, pag. 316 entwickelt findet. Nach demselben befinden sich in Folge gewisser Erkaltungsumstände und mechanischer Wirkungen Gase im Stahl und Roheisen eingeschlossen, welche diesen metallischen Substanzen einen höheren Grad repulsiver Elasticität verleihen und ihre Härte vermehren sollen.

Es erscheint im höchsten Grad unwahrscheinlich, dass nach dem Erstarren Gase in dem Roheisen zurückgehalten werden können, da man bei dem Festwerden diverser Sorten eine ganz deutliche Gasausstossung beobachtet hat, da also die Erstarrung in den seltenen Fällen einer solchen Gasabsorption durch flüssiges Roheisen das **Entfernen** der Gase ver-

Digitized by Google

anlassen dürfte. Welcher Natur diese Gase sind, ist nur bei dem Stahl versucht festzustellen — die Schwierigkeit des Auffangens liegt auf der Hand.

§. 103. Nach der Erwähnung der eben aufgeführten Bestandtheile nichtmetallischen Charakters, vorzugsweise im Eisen, wirft sich von selbst die Frage auf, welche eigentliche Metalle sind ausser dem chemischen reinen Eisen im Roheisen enthalten? und influiren dieselben auf die verschiedenen Eigenschaften desselben?

Die chemische Analyse hat den ersten Theil der Frage in ausführlichster Weise beantwortet und eine solche Menge metallischer Substanzen im Roheisen nachgewiesen, dass eine Auswahl von Typen noch schwerer fällt als unter den nichtmetallischen oder blos metallähnlichen Bestandtheilen.*)

Es treten Glieder fast sämmtlicher Metallgruppen auf, selten gleichzeitig, noch seltener in solcher Menge, dass sie von Einfluss auf die Qualität des Eisens sein können. Nur ein Metall, welches in besonderen Fällen, in bedeutender Menge im Roheisen auftritt, muss hier vor Allem erwähnt werden; es ist das Mangan und schliesst sich seinen Verbindungszuständen nach dem Eisen unmittelbar an, von dem es sich nur durch geringere Reducirbarkeit und durch grössere Strengflüssigkeit unterscheidet, zwei Eigenschaften, die für die Erklärung seines Vorkommens im Roheisen von der grössten Wichtigkeit und nicht immer genügend beachtet worden sind.

Ausser dem Mangan finden sich noch im Roheisen:

Calcium, Magnesium,
Aluminium,
Kobalt und Nickel,
Kupfer,
Titan, Chrom und Vanadin.

*) Der Verfasser möchte nicht gern durch diese Unterscheidung etwas Anderes ausgedrückt wissen, als eine in diesem Fall bequeme Trennungsformel der Roheisenbestandtheile, die sich einerseits um die Kohle und den Schwefel, andererseits um das Eisen und Mangan gruppiren.

Digitized by Google

Deren Gegenwart ist meistens durch unrichtige Schlackenbildung hervorgerufen oder durch langen Aufenthalt des Eisens im Hochofen, welcher die Reduction der bereits freigewordenen Sauerstoffverbindungen dieser Körper noch vor dem Formen gestattet.

Mangan und Aluminium üben beide einen guten Einfluss auf die Beschaffenheit des Roheisens und seiner Produkte. In den Studien Carons (durch St. Claire Deville in den Comptes rendus mitgetheilt) ist der entschiedene und wissenschaftlich-experimentale geführte Beweis der Wichtigkeit des Mangangehaltes für die Güte des Stahlroheisens enthalten, wenn auch uns hier später bewiesen werden soll, dass ein Theil des Mangangehalts nur als Zeichen gelten kann für den geschehenen Eintritt der für die Spiegeleisenerzeugung nothwendigen Verhältnisse zwischen Reducirbarkeit und Schmelzbarkeit der Beschickung.

Der Mangangehalt, der also gewissermaassen als Bürge für die Brauchbarkeit des Roheisens zur Stahlbereitung angesehen wird, tritt der Verwendung des Roheisens zum Giessereibetriebe nicht störend in den Weg, behält also auch hier seinen Werth.

Einem Aluminiumgehalt schrieb man früher die Eigenschaften des ostindischen Wootzstahles zu, indess ist von anderer Seite wieder der nachtheilige Einfluss der reducirten Erdmetalle nachgewiesen worden und in diesen §§. wurde des bereits von Karsten charakterisirten an „Erdbasen" reichen, in seiner ganzen Beschaffenheit untauglichen und geringen Roheisens gedacht, welches bei starkem Schlackengang und bedeutender Oberhitze sich bisweilen bildet.

dd) Von dem Verbindungsverhältniss sämmtlicher Bestandtheile des Roheisens und den daraus abgeleiteten Constitutionshypothesen; Anschauungen von Gurlt, Mayrhofer und Rammelsberg.

§. 104. In welchen Verhältnissen sowohl die metallischen als die nichtmetallischen Gemengtheile auftreten und woher sie hauptsächlich stammen, wird

Digitized by Google

durch die jetzt in grosser Zahl vorhandenen analytischen Resultate der Roheisenuntersuchungen dargelegt.

Diese Resultate, welche nicht immer das Vertrauen verdienen, das man ihnen in Ermangelung andrer schenken muss, Resultate, die in jedem Theil eines Barrens oder einer Ganz anders ausfallen, weichen ungemein von einander ab, selbst wenn äusserlich gleichartige Eisensorten untersucht werden. Ja, die Untersuchung der krystallisirten Ausscheidungen, nach denselben Methoden und von gleich befähigten Chemikern ausgeführt, ergab nicht die Uebereinstimmung in den Resultaten, welche man rücksichtlich der chemischen Natur gleichkrystallisirender Substanz zu erwarten berechtigt schien.

Ein Spiegeleisen war nicht wie das andere, die farrnblättrigen Krystalle aus den Kanonen- und Walzenköpfen sahen sich täuschend ähnlich, nur die Zusammensetzung harmonirte durchaus nicht. Kurz gesagt:

Ein bestimmtes Verbindungsgesetz nach chemisch-zulässigen Verhältnissen zwischen

a) dem Eisen, beziehungsweise dem Mangan einerseits,

b) dem Kohlenstoff, beziehungsweise dem Kiesel, Schwefel und Phosphor andererseits

hat **noch nicht** erkannt und aufgestellt werden können.

Es ist indess damit, wie so häufig in den Naturwissenschaften, nicht nothwendig, an der Auffindung einer Formel für das Roheisen zu zweifeln — nur verspricht der bisher eingeschlagene Weg keine Resultate.

Diese Voraussetzung ergiebt sich von selbst, wenn man den Verlauf beobachtet, den die verschiedenen für die Zusammensetzung des Roheisens aufgestellten Hypothesen genommen haben.

Die meisten Metallurgen versuchten auf Einzelversuche oder auf Durchschnittsresultate Gesetze zu gründen, welche indess die geringste Controle andererseits zu vertragen ausser Stande waren, deren Vor-

Digitized by Google

aussetzungen bei anderen Experimentatoren selten oder nie eintrafen.

Es bleibt deshalb auf diesem Wege wohl unmöglich, eine Trennung und Classification der Roheisenarten nach den Verbindungsverhältnissen der in denselben vorgefundenen Reihen von Elementen mit allseitig gültigen Gesetzen aufzustellen.

Dadurch, das man alle diese Fragen nach der Zusammensetzung des Roheisens zu Constitutionsfragen machte und diesem noch fernen Ziele zustrebend, vergass, die physikalischen Eigenschaften, namentlich aber das Verhalten des Roheisens gegenüber der Wärme mit der durch chemische Analyse erworbenen Kenntniss der im Roheisen vorherrschenden fremden Bestandtheile in wissenschaftliche Beziehung zu bringen, ist man nie zu einem freieren Gesichtspunkte gelangt.

Dazu kommt die Anlehnung an ältere Ansichten, die, in ihrer Zeit von gewichtigen Männern ausgesprochen, für diese Zeit von entschiedener Bedeutung waren, für unsere Zeit dagegen nicht mehr ausreichen, selbst nicht als Grundlage weiteren Vorgehens.

Seit z. B. der überaus geniale Karsten seine Untersuchungen anstellte und die Resultate derselben zu der Behauptung vereinigte: Die Gegenwart eines gewissen Quantums von Kohlenstoff sei wesentliche Bedingung zur Bildung von Roheisen — hatte man sich begnügt, diese Theorie anzunehmen und gruppirte zunächst sämmtliche Eisensorten nach dem Kohlenstoffgehalt.

Viele Chemiker, getäuscht durch scheinbare Uebereinstimmung ihrer analytischen Ergebnisse mit atomistisch einfachen Combinationen, stellten innerhalb des Begriffs Roheisen bestimmte Verbindungen auf, welche sich durch Krystallform u. a. physikalische Kennzeichen von einander unterscheiden sollten.

Man kam indess durch diese geistreichen Rechnungen nicht weiter, da bei genauerem Hinsehen es sich herausstellte, dass nur Ausnahmefälle zur Aufstellung der ausserordentlich einfach und präcis er-

Digitized by Google

scheinenden und dadurch blendenden Theorieen verführt hatten.

§. 105. Unter den nach analytischen Resultaten entstandenen Constitutionsgesetzen für das Roheisen nimmt das des Dr. Gurlt den ersten Platz ein. Gurlt zeigt an, dass 2 Carburete im Roheisen sich vorfinden: ein Viertel-Carburet, das Spiegeleisen; ein Achtel-Carburet, das graue Eisen, wie es sich in den Krystallhöhlen bildet. Jenes enthielt 4 Atome Eisen und 1 Atom Kohlenstoff, dieses 8 Atome Eisen und 1 Atom Kohlenstoff; nach diesen Zahlenverhältnissen wählte Gurlt die vorstehenden Benennungen. Die dabei angeführten Analysen ergaben allerdings Resultate, welche auf solche Verhältnisse hinwiesen; wir werden indess gleich sehen, welchen absoluten Werth die Analysen haben.

Ueber die Graphitbildung, die in ihrem eigenthümlichen Verlaufe allen mit der Chemie des Roheisens Beschäftigten im hohen Grade störend entgegentritt, wiederholt Gurlt das alte Karsten'sche Argument, wonach der Graphit theilweise ein Resultat der Einwirkung von Schwefel, Phosphor und Silicium auf hochgekohltes Eisen sein muss, weil Spiegeleisen, mit Schwefel geschmolzen, Schwefeleisen, Graphit und Spiegeleisen gäbe.

Eben so unvollständig sind die aus der Lehre von den beiden Carbureten abgeleiteten Verlegungen des Hochofenprozesses. Einzelne passende Fakta sind herausgegriffen, zahllose noch räthselhafte, wenn auch bekannte Erscheinungen des Hochofen- und Giessereibetriebes sind nicht erwähnt.

Allein — abgesehen von dem Nichtzutreffen der aus seinen Sätzen gemachten praktischen Folgerungen — auch auf dem Felde der Analyse wurde Gurlt angegriffen und die Richtigkeit der Versuche angezweifelt, aus deren Resultaten er die Lehre der Carburete abgeleitet hatte.

Diese Theorien, im Anfang namentlich von der jüngeren Welt mit jenem Enthusiasmus aufgenommen, den scharfsinnige und geniale Lösungen schwieriger

Digitized by Google

Probleme stets erwecken — hatten keine andere Folge, als die der alten Mushet'schen Reihen des Kohlengehaltes der verschiedenen Zustände des Eisens im Roheisen, Stahl und Stabeisen, von denen Karsten treffend (a. a. O. I. S. 380) sagt, nachdem er ihre grosse Bequemlichkeit nachgewiesen: sie sind nichtsdestoweniger unrichtig und haben nur dazu gedient, von weiteren Untersuchungen abzuhalten.

Bei den Gurlt'schen Sätzen ist indess der Schade noch grösser gewesen; man hat nicht nur nachgesprochen und weiter interpretirt, sondern man hat aus den 2 Carbureten noch mehrere neue Zwischenstufen entwickelt und ein complicirtes Schema von Verbindungen hergestellt.

§. 106. C. von Mayrhofer hat die Reihe der Carburete noch um einige vermehrt (Kerl III. S. 24), ohne der Wirklichkeit näher zu treten und ohne Schlüsse von entscheidender Bedeutung aufzustellen. Die durch ihn bewirkte Zergliederung der Gurlt'schen Hypothese zergliederte gleichzeitig die Aufgabe, ohne dem Kern näher zu rücken. Noch bedenklicher erscheinen die Mayrhofer'schen Formeln, wenn man berücksichtigt, dass auch halbirte Eisensorten durch einige derselben ausgedrückt werden sollen, dass also einige dieser Gemische vor den übrigen ausgezeichnet werden müssen, weil ihre Analyse Verhältnisse zwischen Eisen und Kohlenstoff aufweist, die sich in Zahlen bequem ausdrücken lassen. Die Gurlt'schen Annahmen gründeten sich auf das Vorkommen zweier verschiedener Krystallformen im Roheisen und es wurde dabei weiter ausgeführt, dass Gemische beider Substanzen die verschiedenen halbirten Eisensorten bilden dürften.

Nun sollen einige dieser Gemische als chemische Verbindungen aufgefasst werden, weil ihre Zusammensetzungen sich durch Zahlencombinationen ausdrücken lassen, welche sich an die Viertel- und Achtel-Carburete anschliessen und mit diesen eine fortgesetzte Reihe bilden.

Einen Hauptmangel beider Hypothesen, der von Gurlt sowohl, als der von Mayrhofer, bildet die

Digitized by Google

Unzulänglichkeit derselben gegenüber der Einwirkung der Wärme auf das Roheisen. Die Wechselbeziehungen zwischen dem sichtbaren und unsichtbaren Kohlenstoffgehalt des Roheisens und den verschiedensten Wärmeeinflüssen auf dasselbe werden durch die Gurlt'schen und Mayrhofer'schen Schemata nicht aufgeklärt; es erleidet im Gegentheil diese Reihe Glieder bedenkliche Abweichungen von der festgestellten Zusammensetzungsfolge und es gelingt z. B. nicht, sämmtliche auf einer Giesserei fallende Produkte, welche, demselben Material entstammend, sich deutlich in mehrere Gruppen spalten lassen, den Gurlt'schen Verbindungen an- oder einzureihen, ohne grosse Verwirrung anzurichten.

Bezeichnend ist es für die Gurlt'sche Ansicht, dass die eine seiner Verbindungen, das Viertel-Carburet, in seinem reinsten Zustande unmittelbares Produkt des Hochofenbetriebes ist, während die andere, das Achtel-Carburet, sich in der ausgezeichnetsten Weise nur in bereits mehrfach umgeschmolzenem Roheisen ausbildet.

Sobald man nicht im Stande ist, mittelst einer aufgestellten Hypothese sämmtliche häufig vorkommenden Erscheinungen der Körpergruppe zu erklären, auf die sich die Hypothese bezieht, ist die letztere noch nicht als Gesetz zu proclamiren.

§. 107. Dass diese eleganten Formeln die am Schluss des vorigen §. geforderte, zu einem Gesetzesbegriff unerlässliche Eigenschaften nicht besitzen, beweisen ausser den allgemeinen praktischen Erfahrungen noch die neueren von gewichtiger Seite unternommenen wissenschaftlichen Arbeiten.

Den schwersten und erfolgreichsten Angriff erfuhren die Gurlt'schen Annahmen durch Rammelsberg, welcher bereits (kurze Zeit nach Veröffentlichung und Verbreitung der Gurlt'schen Arbeiten) in seinen Vorlesungen über Metallurgie*)

*) Der Verfasser wohnte denselben im Wintersemester 1857 bis 1858 bei.

Digitized by Google

nachwies, dass die Analysen, deren Ergebnissen Gurlt seine Gesetze nachbildete, nicht richtig interpretirt worden, dass ferner Gurlt allein solche Resultate erhalten habe, ausser ihnen kein Anderer. Rammelsberg führte Folgendes aus: Das Viertel-Carburet, welches stets das krystallisirte Spiegeleisen bilden solle, bestehe theoretisch aus 5,12 Proc. C und 94,88 Proc. Fe; ein ausgezeichnetes Spiegeleisen von Mägdesprung enthielt aber unter Anderen bis 7 Proc. Mn und dabei nur 3 Proc. C ungefähr, so dass hier von einem wirklichen Viertel-Carburet keine Rede sein könne.

Eben so gehe es mit dem Achtel-Carburet, welches nach Gurlt die in verlorenen Köpfen grauen Gusseisens ausgebildeten Krystalle zusammensetze.

Eigene Untersuchungen hätten ergeben, dass der Kohlengehalt in solchen krystallinischen Ausscheidungen von Lauchhammer nur 26,3 Proc. und von

Mägdesprung „ 27,6 „ metallischen Eisens zur Bildung eines wirklichen Achtel-Carburets unter Zuziehung des Siliciumgehaltes erfordern würde, also ca. $^1/_3$ des vorhandenen Eisens.

Mit diesen nach handschriftlichen Notizen mitgetheilten Angaben Rammelsberg's stimmen die von ihm in den Monatsberichten der Königl. Akademie d. Wissensch. zu Berlin, April 1863 veröffentlichten im Wesentlichen überein und seine früher ausgesprochenen Gründe sowohl gegen die Ansichten Karsten's, als gegen die Gurlt'schen Formeln bleiben dieselben.

Karsten's Behauptung, dass ein bestimmter hoher und latenter Gehalt an Kohle den Begriff des Spiegeleisens begrenze, wird mit der Darlegung der Analysen eines Mägdesprunger Spiegeleisens durch Bromeis und Rammelsberg zurückgewiesen, welche 3,788—3,900 Proc. Kohlenstoff ergaben.

Nächstdem wird das Vorhandensein des Graphits in demselben Spiegeleisen constatirt, welches Karsten zum Gegenstand seiner Untersuchungen diente, dem von Lohehütte bei Siegen. In diesem hatte Karsten 5,8 Proc. Kohlenstoff gefunden und

Digitized by Google

Rammelsberg 1,61 Proc. Graphit, wonach der wirkliche Gehalt ungebundener unsichtbarer Kohle 4,2 Proc. betragen würde.

In Betreff der Gurlt'schen Formeln wird noch angeführt, dass unter 4 Analysen von krystallisirtem Roheisen (von Rammelsberg, Gurlt und Richter) nur die Resultate der Gurlt'schen Analyse das Verhältniss der elektronegativen Bestandtheile zum Eisen und Mangan wie 1 : 8 ergeben hätten, dass dagegen aus den übrigen Analysen sich Verhältnisse wie 1 : 12,5 1 : 19 und 1 : 21 ableiten liessen.

Die oben referirten mündlichen Angaben Rammelsberg's über die Resultate seiner Versuche ergeben gar 1 : 24—25, so dass die Gurlt'schen Annahmen, so wie alle anderen derartigen Lösungen eines der schwierigsten Probleme hiernach verlassen werden müssen.

ee) Beziehungen der physikalischen Charaktere, besonders der Krystallisation zu der chemischen Zusammensetzung des Roheisens; Arbeit von Rammelsberg und Schott; Verlegung einer auf physikalische Charaktere des Roheisens gegründeten Constitutions-Hypothese von dem Verfasser für das Roheisen und auch für die anderen Eisensorten; Nachweisung zweier metallischer Grundmassen, neben der graphischen Ausscheidung des Kohlenstoffs; chemische Natur derselben; Beziehungen zu den Eigenschaften des Eisens.

§. 108. Nachdem durch diese neueren, mit der (möglichen) wissenschaftlichen Schärfe geschehenen Arbeiten der Begriff des Roheisens als bestimmt formulirbare chemische Verbindung in Frage gestellt wurde, — ist Nichts an die Stelle dieses aufgegebenen Begriffs getreten? Es muss geantwortet werden: Noch nicht!

Rammelsberg selbst hat in der mitgetheilten Abhandlung versucht, in der Isomorphie der Bestandtheile des Roheisens die Erklärung desselben als einer isomorphen Mischung seiner Bestandtheile zu begründen, in welcher die verschiedensten Verhältnisse in den Mengen der Bestandtheile herrschen können.

Da zwischen den Krystallflächen und -Winkeln

Digitized by Google

des Spiegeleisens und den oktaëdrischen Bildungen des grauen Roheisens ein Unterschied hinreichend besteht, um das Roheisen dimorph erscheinen zu lassen, kommt es darauf an, festzustellen, welche Elemente des Roheisens dimorph sind?

Es sind dieses vor Allem Kohlenstoff und Schwefel, vielleicht tritt noch das Silicium hinzu, welches wie der Phosphor bis jetzt nur in regulär oktaëdrischen Krystallen bekannt ist.

Für das regulär krystallisirende Roheisen ist die Bildung erklärlich; es besteht aus Kohlenstoff (in der Diamantmodifikation gebunden), aus wenig Silicium und Phosphor, gleichfalls regulär krystallisirend, welche Stoffe mit dem ebenfalls regulär gebildeten reinen Eisen zusammengetreten sind.

Den Schwefel erwähnt Rammelsberg nicht, wahrscheinlich weil er nicht in die Reihe der regulären Elemente passt. Derselbe, welcher z. B. im Spiegeleisen nächst dem Kohlenstoff am Häufigsten auftritt, veranlasst vielleicht die blättrige und nicht reguläre Krystallisation des Spiegeleisens.

Als Seitenstück zu den letzteren, welches eine andere Form hat, als die meisten seiner Bestandtheile (doch ohne es zu nennen), führt Rammelsberg eine Reihe von Metalllegirungen an, welche regulär erscheinen, ohne durchweg aus regulär krystallisirenden Metallen zu bestehen; auch solche, welche reguläre Metalle enthaltend, in anderen Formen auftreten und auf diese Weise den Nichtisomorphismus der Legirung und eines Theils der Bestandtheile begründen helfen.

Ob der mit der Legirung isomorphe Bestandtheil stets der vorherrschende ist, und ob die absolute Mehrheit der Materie einer der beiden Formen den Ausschlag für die Formbildung des Ganzen giebt, ist nicht weiter durchgeführt.

Für das Roheisen ist jedenfalls der Dimorphismus in den Hauptconstituenten, namentlich der Kohle, von grösster Wichtigkeit und das Entstehen von regulärem oder rhombischem Roheisen (körnigem oder

Digitized by Google

blättrigem, weichem oder hartem) von der mit dem Eisen verbundenen Modifikation der Constituenten abhängig.

Mit dieser Frage betritt die Constitutionslehre des Roheisens ein anderes Feld, welches bereits für die Praxis fruchtbar bebaut ist. Das Urtheil über die Beschaffenheit eines Roheisens wird nicht mehr ausschliesslich von den Ergebnissen chemischer Untersuchungen abhängen, sondern von der genauen Bestimmung der Krystallform, d. h. von dem Aussehen der frischen Bruchflächen festgestellt.

In diesem Sinne wird bereits seit längerer Zeit das erzeugte Gusseisen in Ilsenburg geprüft und dessen Verwendbarkeit zu einem der zahlreichen Zweige des dortigen Giessereibetriebes.

Schott's Arbeiten auf diesem Boden, nur in Bruchstücken bekannt, meist als Reisereferate Anderer, sind seit Jahren die unmittelbare Ursache der ausserordentlichen Leistungen der Giesserei von Ilsenburg und wohl werth, genau dargelegt zu werden.

Durch die Resultate dieser Forschungen erklärte sich das Schwimmen des Eisens, so wie die von Schott u. A., auch von mir gemachten Beobachtungen bei dem Erstarren des Hartgusses, wie es in den §§. 74—80 dieser Arbeit dargelegt worden ist.

Im Folgenden erlaube ich mir die auf Grund eigner Erfahrungen aufgestellten hypothetischen Sätze über die krystallochemische Constitution des Roheisens folgen zu lassen.*)

§. 109. Aus den Beobachtungen des Gefüges, der Farbe und Krystallisation der verschiedenen Roheisensorten, wie sie eben erläutert worden sind, lässt sich

*) Der Verfasser hat die hier mitgetheilten Anschauungen später vervollständigt und als besondere Brochüre erscheinen lassen **Ueber die Constitution des Roheisens und den Werth seiner physikalischen Eigenschaften zur Begründung eines allgemeinen Constitutionsgesetzes für dasselbe.** Leipzig 1868, Arthur Felix. Das für den Giessereibetrieb Interessanteste daraus ist im zweiten Band, soweit es das Eisen im gewöhnlichen und flüssigen Zustande betrifft, mitgetheilt.

Digitized by Google

die im Folgenden angedeutete Hypothese über die Constitution des Roheisens entwickeln. Sie erscheint noch nicht bestimmt formulirt, da es an der nothwendigen Anzahl von Belegen noch fehlt und Manches aprioristisch hingestellt werden musste, dessen wissenschaftlicher Beweis noch mangelt.

Das Roheisen, unter wechselnden Bedingungen gebildet, ist als ein Gemisch zweier verschiedener Körper zu betrachten, einmal einer weissen oder hellgrauen Grundmasse, dann einer dunkelfarbigen mehr- oder minder stark hervortretenden Substanz, welche man bisher mit dem Namen Graphit bezeichnete.

In jedem Roheisen erkennt man die metallische Grundmasse und die variable Graphitausscheidung. Die letztere — welche bei allen Spiegeleisensorten so sehr zurücktritt, dass das Eisen vollständig weiss erscheint, bei manchen Roheisensorten so sehr dominirt, dass man von schwarzem Roheisen sprechen kann — ist ein Resultat der Erstarrungsumstände, höchstens der letzten Phasen des Darstellungsprozesses im Hochofen selbst.

Die Grundmasse dagegen wird in ihrem Charakter stets als Resultat der Beschaffenheit sämmtlicher Erze betrachtet werden müssen, vorzugsweise des Verhältnisses der Reducirbarkeit zur Schmelzbarkeit. Dieses Verhältniss kann nur approximativ hingestellt werden, da es an einem gemeinschaftlichen Mittel fehlt, um die eintretende Reduction sowohl, als die eintretende Schmelzung eines Erzes zu bestimmen.

In einem schottischen Roheisen, im rheinischen Spiegeleisen, sowie im schwedischen Kanoneneisen — welche 3 Sorten als Typen sämmtlicher Roheisensorten gelten und die Haupteigenschaften der ganzen Gattung vertreten können — findet man bei aufmerksamer Betrachtung die Grundmassen in zweierlei Weise neben dem Graphitvorkommen auftreten. Eine geringere mikroskopische Vergrösserung genügt, um die Charaktere mit hinreichender Genauigkeit zu unterscheiden.

Diese beiden Gemengtheile der metallischen Grundmasse des Roheisens sind folgendermaassen beschaffen:

Digitized by Google

Die eine erscheint von blättriger Beschaffenheit und bildet glänzendweisse schilfartige Zeichnungen. Diese Grundmasse macht, in dicken Bündeln auftretend, den Hauptbestandtheil des Spiegeleisens aus und setzt darin namentlich alle krystallinischen Ausscheidungen zusammen.

Im schwedischen Eisen ist diese Grundmasse in der Minderheit und findet sich nur in fädenartigen, langgestreckten Bündeln schmaler Blätter, und im schottischen Eisen bildet sie kurze, strahlig verzweigte Figuren, die den Fragmenten complicirter Schneesterne gleichen.

Die andere Art, eine körnige, nur mattglänzende, grauweise Masse, tritt in ganz anderer Weise auf.

Im Spiegeleisen trennt sie die Lamellenbündel, im schwedischen Eisen erscheint sie als Hauptbestandtheil von hakigem, fast sehnigem Bruche (den abgetrennte Bruchstücke des härtesten Dannemoraeisens so leicht zeigen) und im schottischen Eisen ist sie des vorherrschenden Graphites wegen schwer zu erkennen.

§. 110. Bei genauer Betrachtung scheint das Vorkommen beider Grundmassen, obschon nicht immer deutlich wahrnehmbar, den bereits bekannten zweierlei Krystallausscheidungen vollkommen zu entsprechen, die bisher bei Gussstücken beobachtet wurden.

Der blättrigweisse Bestandtheil lässt sich der Spiegeleisenkrystallisation zur Seite stellen und geht in dieselbe über, der körnige Bestandtheil dagegen entspricht der oktaëdrischen Krystallisation, die man als Element der farrnblättrigen und gestrickten Massen kennt. Dieselben sehen dem gediegenen Vorkommen mancher mit dem Eisen isomorpher Metalle ähnlich und sind nach rechtwinkligen Achsen aneinandergereiht.

Verfolgt man die Sache weiter, so kann man behaupten, dass, da die 3 untersuchten typischen Eisenarten die Bestandtheile neben dem Graphit enthalten, alle anderen, die Uebergänge zwischen den obenerwähnten 3 Typen ausmachenden Sorten ebenfalls beide Grundmassen enthalten müssen und dass mithin die

Digitized by Google

Definition des Roheisens mit der eines Gemisches von Legirungen identisch sei, in denen ein Metall, hier das Eisen, den hervorragendsten Antheil an der Zusammensetzung nimmt, die andern Stoffe dagegen in zwei verschiedenen Verhältnissen auftreten, welche wiederum zu zweierlei Krystallformen Veranlassung geben.

Ein solches Gemisch lässt viel eher, als eine noch so reich gegliederte Formelreihe die Erklärung der unendlichen Varietätenzahl in der Gattung Roheisen zu. Gleichzeitig erklärt der Begriff eines Gemisches zweier Verbindungen, warum es möglich ist, durch Anwendung eines bestimmten chemischen Prozesses mit allen diesen verschiedenen Sorten ein Produkt herzustellen, welches eine ähnliche Menge von Spielarten umfasst, wie das Material, ohne deshalb auch seinerseits mehr als einem allgemeinen Begriffe anzugehören und sich unterzuordnen.

Analog, wie bei der Verwandlung in Stahl und Stabeisen, verhält sich das Roheisen dem Umschmelzen und den Erstarrungsverhältnissen gegenüber als ein Gemisch. Alle Veränderungen in der Textur, welche, wie früher erläutert worden ist, die Ursachen ebenso bedeutender Aenderungen in allen Cohäsionsverhältnissen sind, gehen zunächst aus einer unter dem Einfluss der Wärme und des Erstarrens modificirten Anordnung der Gemengtheile hervor. Bei tiefgreifenderen Einflüssen allein ändert sich auch die Natur der Gemengtheile selbst, dann hat man es aber nicht mehr mit Roheisen zu thun, sondern mit Uebergangsstufen in die Reihen der Stahlarten und der Stabeisensorten.

Bezeichnend ist es, dass von verschiedener Seite bei dem Stahl bereits das Vorhandensein zweier metallischer Gemengtheile nachgewiesen, resp. behauptet worden ist (vgl. v. Fuchs, „Abhandl. der k. bayr. Akademie der Wissensch. II. Cl.“ VII. Bd., 1. Abth.); was hier mit Recht bemerkt wird, „dass man, den Kohlenstoff als hauptsächlichen Faktor der ganzen Eisenreihe ansehend, die Krystallisation über-

Digitized by Google

sehen habe," gilt hauptsächlich für das Gusseisen, wo der sinnlich wahrnehmbare Kohlenstoffgehalt, der Graphit, noch weit mehr der gründlichen Betrachtung der Krystallformen im Wege stehen musste, als bei Stahl und Stabeisen, wo er in geringerer Menge und noch dazu latent vorhanden ist.

§. 111. Unsere hypothetische Definition des Roheisens lautet nach dem Vorhergesagten:

Jedes Roheisen besteht in einem Gemenge von blättriger und oktaëdrischer Grundmasse, in welcher eine veränderliche Menge von Graphit ausgeschieden ist.

Es entstehen nun die Fragen:

A. Wann herrscht eine oder die andere Grundmasse vor?

B. Wodurch wird die Menge des Graphits bestimmt?

Um die erste der beiden Fragen so zu beantworten, dass eine bestimmte Meinung über das Verhältniss der Mischung zu dem Verhältniss der chemischen Bestandtheile gebildet werden kann, muss die Frage getheilt und in die zwei folgenden zunächst gespalten werden:

I. Welche Beschickungen und welcher Schmelzgang liefern vorherrschend die eine oder die andere Grundmasse?

II. Welchen Einfluss haben hiernach die vorzüglichsten Bestandtheile des Roheisens auf die Vertheilung der beiden Grundmassen? oder: Welche Elemente in den Erzen sind der Bildung der einen oder der anderen Grundmasse vorzugsweise günstig?

Die beiden letzten Fragen zeigen, wie wichtig es ist, auf die Wechselbeziehungen zwischen den Eisenerzen und den daraus entstandenen Roheisensorten näher einzugehen, warum also in den §§. 90—100 auf die Beschaffenheit der Erzgattungen und auf ihren Gehalt an einflussreichen Roheisenbestandtheilen näher eingegangen worden ist. Dadurch wurde bereits die Grundlage zu weiteren Schlüssen gelegt und diese be-

Digitized by Google

stehen vorläufig in den Antworten auf noch bestimmte aufgestellte Fragen.

I. 1) Welche Beschickungen liefern das Spiegeleisen, d. h. Roheisen mit vorherrschend blättriger Grundmasse, und welchen Gang nimmt der Hochofenprozess dabei?

2) Welche Beschickungen erzeugen das schwedische Kanoneneisen von heller Farbe, d. h. Roheisen mit vorherrschend körniger Grundmasse u. s. f.?

3) Welche Beschickungen und welcher Hochofengang bilden vorzugsweise das schwedische Kanoneneisen von dunkler Farbe, d. h. Roheisen mit vorherrschend körniger Grundmasse und Graphitausscheidung?

4) Welche Beschickungen und welcher Hochofengang geben Veranlassung, ein dem schottischen Roheisen ähnliches Produkt zu erzielen; d. h. ein Roheisen, welches neben einer starken Graphitausscheidung die blättrige und die körnige Grundmasse erkennen lässt, erstere in vorherrschendem Maasse?

II. 1) Welche Stoffe gehen aus den Erzen in das Eisen ad I. 1) über und sind darin durch Untersuchungen nachgewiesen?

2) Dieselbe Frage für das Eisen I. 2).

3) Dieselbe Frage für das Eisen I. 3).

4) Dieselbe Frage für das Eisen I. 4).

Ein ähnliches Verfahren schlägt man in Bezug auf die zweite Hauptfrage *B.* ein, indem man zunächst auf die oben aufgestellten Detailfragen sich stützt und weiter fragt:

I. Wodurch unterscheiden sich die Beschickungsverhältnisse und der Ofengang bei den Eisensorten (1 und 4 oder 2 und 3), in welchen dieselbe Grundmasse vorherrscht?

II. Welche Bestandtheile (aus den Erzen in das Roheisen übergegangen) sind den Sorten gemeinsam, bei welchen eine Grundmasse vorherrscht?

Die weitere Fragenstellung gleicht der in der

Digitized by Google

vorigen Gruppe angewandten so, dass sie nicht weiter entwickelt zu werden braucht.

§. 112. Diese zwei Fragenreihen detaillirt zu beantworten, verbietet der diesem Buch gestattete Umfang und auch der Zweck der vorliegenden Mittheilungen.

Ausserdem ist die Anzahl der Erfahrungen und Beobachtungen noch zu klein, um hier mehr als die blosse Andeutung, die in Fragen aufgelöste Schematisirung unserer Hypothese zu geben.

Nur in Kürze sollen die Eigenschaften der beiden Roheisengrundmassen, wie sie hier gedacht sind und sich als Resultate der Beantwortung obiger Fragen und weitere Schlüsse ergeben, betrachtet werden.

Die blättrige Grundmasse, das Spiegeleisen, ist hart, spröde und leichter schmelzbar; die körnige Grundmasse, das schwedische Kanoneneisen, ist weich, zähe und schwerer schmelzbar.

Beide treten zugleich in allen Roheisenarten neben dem Graphit auf und nach dem Verhältniss Beider richten sich die bezüglichen Eigenschaften des Roheisens, welche besonders nach erfolgtem Umschmelzen und gleichmässigem Abkühlen deutlich erkannt werden, da in diesem Falle die Graphitausscheidung vermindert worden ist.

Graues oder halbirtes Roheisen, in welchem neben dem Graphit die blättrige Grundmasse dominirt, ist geneigt, durch Umschmelzen hart und spröde zu werden, erscheint dadurch also unhaltbar.

Graues oder halbirtes Roheisen, in welchem aber neben dem Graphit die körnige Grundmasse vorherrscht, ist geneigt, durch Umschmelzen hart, aber bis zu einem gewissen Grad auch zäher zu werden, erscheint mithin haltbarer als die vorige Sorte.

Vergleicht man die Materialien und ihre Eigenschaften mit den Grundmassen der daraus erzeugten Roheisenarten, so lässt sich Folgendes behaupten:

Digitized by Google

Die blättrige Grundmasse bildet sich vorzugsweise aus den Eisenerzen, welche eine salinische Beschaffenheit haben, also in der Regel leichter schmelzbar als reducirbar sind; — während die andere Grundmasse meist dann entsteht, wenn das Roheisen aus reinen Oxyden oder Oxydhydraten dargestellt wird, welche leichter reducirbar als schmelzbar sich erweisen. Da das Eisenoxydul nicht frei gedacht werden kann und das Oxyd keine Salze bildet, könnte man auch sagen: die blättrige Grundmasse bildet sich durch Reduktion des Oxyduls, die körnige dagegen durch Reduktion des Oxydes (wiewohl der Reduktion des Oxyduls eine Oxydation bei dem Austreiben der Säure vorangeht).

Da man die Schmelzbarkeit der Nebenbestandtheile eines Eisenerzes, der Schlackenbilder, in allen Fällen durch passende Zuschläge auf den Punkt zu bringen sucht, der eine leichtflüssige Schlacke liefert, so hängt die Beschaffenheit des Eisens allein von der Zersetzbarkeit der Eisenverbindung ab.

Kleine Schwankungen, die in der Praxis vorkommen, und vorsätzliche Beeinflussungen des natürlichen Schmelzganges, um ein verlangtes besonderes Roheisen zu erzeugen, bilden Ausnahmen der empirisch und theoretisch vollkommen begründeten Beziehungen zwischen der Oxydationsstufe des Eisens im Erze und der Beschaffenheit des Roheisens.

Es wäre folgerichtig vorauszusetzen, dass Gemenge beider Erzklassen auch entsprechende Gemenge der Grundmassen veranlassen müssen — wenn eben nicht die bei der Ausführung aller chemischen Reactionen in grossem Maassstab unvermeidlichen Störungen und die Wirkungen der dagegen angewendeten energischen Hülfsmittel diese Harmonie verhinderten.

§. 113. Alle Aenderungen des Betriebes bei gleichbleibenden Erzverhältnissen verändern das Produkt, weil in der Regel durch solche Aenderungen die Reduktionsfähigkeit des Eisenerzes vorzugsweise beeinflusst wird.

Digitized by Google

Dahin gehören vor Allem die Steigerung der Windtemperatur und die Wahl des Brennmaterials.

Beide Faktoren üben einen entschiedenen Einfluss auf die Schmelzbarkeit der Beschickung und bei nicht genügender Vorsicht auch auf die Reducirbarkeit.

Wärmerer Wind und schwereres Brennmaterial erleichtert die Schmelzung und verhindert die Reduktion dadurch, dass die Beschickung vor eintretender Reduktion geschmolzen und der Einfluss der in solche geschmolzene Massen nicht leicht eindringenden Gase vermindert wird.

Das Umgekehrte geschieht, wenn kalter Wind und leichte Brennstoffe verwendet werden.

Ist man bei gleichbleibender Bestimmung des Produkts durch ökonomische Rücksichten gezwungen, in der Wahl des Brennstoffes, wie in der Windführung eine Aenderung eintreten zu lassen, so gebietet die Rücksicht auf die geforderte Qualität des Produktes eine entsprechende Aenderung der Beschickung selbst.

Unter gleichen Verhältnissen der Beschickung begünstigt die Anwendung des heissen Windes oder der Gebrauch schwerer Brennstoffe: die Bildung der blättrigen und spröden Grundmasse, während der Betrieb mit kaltem Wind oder der Gebrauch leichter Kohlen die Bildung der körnigen und zähen Grundmasse befördert.

Die Graphitausscheidung ist dagegen das Resultat anderer Umstände, die nur z. Th. aus der Erzbeschaffenheit sich ableiten.

Die Menge des Graphits steht in einem direkten Verhältniss zu der Zeit, welche das bereits reducirte Eisen im Hochofen bis zur Ansammlung im Untergestell verweilen muss. Man kann mithin annehmen, dass leicht reducirbare Erze, namentlich bei ausnahmsweise strengflüssiger Beschickung graphitreiches Eisen erzeugen, während schwer reducirbare Erze, namentlich bei leichtflüssiger Beschickung das umgekehrte Resultat geben werden. Durch die Graphitausscheidung scheint aber die Beschaffenheit der Grundmasse an sich nicht

Digitized by Google

verändert zu werden, wenn auch die Gesammteigenschaften des Roheisens sich anders zeigen.

Ausser diesen Gangverhältnissen verdankt die Ausscheidung des Graphits auch noch anderen nach dem Austritt des Roheisens aus dem Hochofeninnern auf dasselbe wirkenden Einflüssen ihr Sichtbarwerden oder ihr Verschwinden.

Es ist bereits in früheren §§. auf die Leitung der Erstarrungsverhältnisse aufmerksam gemacht worden, als ein Mittel, die Ausscheidung des Graphits hervorzurufen oder zu unterdrücken, so dass nur noch die Analyse Spuren des sichtbaren Kohlenstoffs nachzuweisen vermag.

§. 114. Inwiefern sich die beiden Grundmassen chemisch von einander unterscheiden, wird schwer festzustellen sein, da man die beiden, wo sie gemeinschaftlich auftreten, nicht trennen kann.

Nimmt man aber das Spiegeleisen einerseits und das oktaëdrisch krystallisirte Eisen andrerseits als Repräsentanten der beiden Arten von Grundmasse an, so wird der Irrthum nicht bedeutend sein, wenn man von vornherein davon absieht, bestimmte und formulirbare Verbindungen zu suchen.

Die Analysen der zwei ebenerwähnten Eisensorten zeigen, dass eine Uebereinstimmung unter den Resultaten nicht zu erwarten ist und dass man es stets mit Gemischen zu thun hat, auch wenn man sich Mühe giebt, Krystallindividuen zu untersuchen.

Das Spiegeleisen zeigt indessen einen bedeutenderen Gehalt an fremden Stoffen, als das oktaëdrische Eisen; analog verhält sich das schottische Eisen dem grauen Kanoneneisen gegenüber — obwohl beide einen grossen Graphitgehalt gemeinschaftlich haben.

Vergleicht man die Ergebnisse der Analysen mit dem Schmelzgang und den Beschickungsverhältnissen, welchen die verschiedenen Sorten ihre Entstehung verdanken, so gelangt man zu den folgenden Annahmen.

In der blättrigen Grundmasse sind die metallischen Bestandtheile so langsam reducirt worden, dass eine Sättigung derselben sowohl

Digitized by Google

mit Kohlenstoff, als auch unter besonderen Verhältnissen mit den durch Reduktion freigewordenen übrigen elektronegativen Elementen, dem Kiesel, Schwefel und Phosphor eingetreten sein muss.

In der körnigen Grundmasse dagegen sind die metallischen Bestandtheile, deren Reduktion rascher und gleichmässiger verlaufen ist, nur mit einem Minimum von Kohlenstoff und den unter Umständen für denselben eintretenden elektronegativen Bestandtheilen verbunden.

Diese Unterscheidung bezweckt lediglich die Aufstellung eines möglichst einfachen Verhältnisses für die chemische Constitution der beiden Grundmassen. Bestimmte Eisensorten können nicht gemeint sein, da in allen die beiden Grundmassen auftreten und ebensowohl als der Graphit nachgewiesen sind. Ebensowenig involvirt die Grösse des Gesammtgehaltes der elektronegativen Bestandtheile des Roheisens die Grösse der Reinheit desselben.

Der letztere Begriff gründet sich in der Praxis nur auf die Abwesenheit aller, der technischen Brauchbarkeit nachtheiligen Substanzen und ist durchaus kein bestimmter Vorzug der einen oder der andern Grundmasse. Z. B. ist die blättrige Grundmasse im Spiegeleisen sehr rein, im weissen strahligen Wiesenerzeisen sehr unrein; im ersten Fall enthält sie vorzugsweise Kohle und Spuren von Kiesel, Schwefel und Phosphor, im zweiten Fall enthält sie neben halbsoviel Kohle beträchtliche Mengen Kiesel und Phosphor, sowie Spuren von Schwefel. Dadurch wird die ausserordentliche Unbrauchbarkeit dieses Eisens zu allen festen Gusswaaren und zur Stabeisenerzeugung hervorgerufen.

Ein analoges Verhältniss lässt sich auch für die körnige Grundmasse auffinden, welche im schwedischen Kanoneneisen vorzugsweise Kohlenstoff, in anderen auch aus oxydischen Erzen erblasenen Eisensorten dagegen Kiesel, Schwefel und Phosphor in wechselndem Maasse enthält.

§. 115. Sobald die Graphitabsonderung eintritt,

Digitized by Google

vermindert sich der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff und es erscheint der grösste Theil des Gesammtgehaltes als Graphit (oder im Graphit?) ausgeschieden.

So ist das Verhältniss in den dunkleren Roheisensorten; die halbirten bilden den Uebergang zu den reinen Grundmassen, ohne dem theoretischen Reinheitszustande je ganz nahe zu kommen. Graphit ist immer vorhanden, wenn auch nur in den zuletzt erstarrten Theilen des Roheisens, die sich zwischen den krystallinischen Ausscheidungen vorfinden.

Dass man bei der Constitutionsfrage des Roheisens den ausgeschiedenen Kohlenstoff in Betracht ziehen muss, erhellt schon aus einer Bemerkung Karsten's [vgl. Bd. I, S. 596 (§. 322)]:

„es sei ausser Zweifel, dass das graue Roheisen „weniger, sehr oft ungleich weniger gebundene Kohle „enthalte, als der Stahl, zuweilen sogar noch we„niger als manche Arten des harten Stabeisens. Der „Mangel an Streckbarkeit und Geschmeidigkeit bei „dem grauen Roheisen" (d. h. seine innigsten Constitutionsmerkmale) „ist daher nur dem Gehalt an „ungebundener Kohle zuzuschreiben."

Dieses soll heissen, dass der Graphit zu dem chemisch gebundenen Kohlenstoff gerechnet den Hauptausschlag für den Charakterbegriff des Roheisens geben muss und dass in ihm der Schwerpunkt dieses Charakters ruhe.

Der meiste Graphit bildet sich, wenn strengflüssige und leicht reducirbare Beschickungen in engen und hohen Oefen zugute gemacht werden müssen und das Roheisen noch nach seiner Bildung dem Einfluss der Gase in hoher Hitze ausgesetzt bleibt.

Welche Körper dabei zuerst auf das Eisen einwirken, ist noch nicht erwiesen. Dass ursprünglich das Eisen mit Kohle gesättigt und nachher ein Theil dieses Kohlengehalts durch den Einfluss des Schwefels, des Phosphors, namentlich aber des Siliciums als Graphit ausgeschieden wird, ist eine verbreitete Ansicht, aber erklärt durchaus nicht, weshalb eine plötzliche Erkaltung des ausgegossenen Roheisens den Graphit

Digitized by Google

verschwinden machte, den man durch abermaliges Erhitzen und langsames Abkühlen wieder hervorrufen kann.

Eben so wenig erklärt diese Theorie alle die Erscheinungen, welche bei dem Schwimmen des kalten Eisens auf warmem zur Sprache gekommen sind. Da es scheint, als ob das Roheisen im flüssigen Zustande den als Graphit ausgeschiedenen Kohlenstoff resorbire, um ihn beim Erkalten wieder auszuscheiden, da aber der etwaige Schwefel-, Kiesel- und Phosphorgehalt durch einfaches Umschmelzen nicht wesentlich verändert wird, so ist ein Einfluss dieser Elemente auf den Graphit wohl schwer zu denken. Die Absorption des Graphits (sowohl durch Schmelzung, als auch durch rasches Abkühlen) müsste durch die stete Gegenwart jener Stoffe gehindert werden, wenn zugegeben ist, dass dieselben an der ersten Graphitausscheidung Schuld gewesen sind.

Aus alledem geht hervor, dass auch die Graphitausscheidung noch ihrer Erklärung wartet, dass man sie aber wesentlich in Umständen suchen muss, welche das bereits gewordene Roheisen, nicht das werdende beeinflussen.

Die Gründe und Vermuthungen, welche hier über die Natur des Roheisens ausgesprochen wurden, sind meistens aus selbst gemachten Erfahrungen abgeleitet und auch in der engen Grenze dieses Abschnittes damit in stete Beziehung gebracht worden.

B. Brennmaterialien.

Abtheilung a. *Von der Verwendung des Brennmaterials bei dem Giessereibetrieb überhaupt. — Eintheilung der Brennstoffe. — Anforderungen an dieselben. — Wahl der billigsten Brennstoffe. — Einflüsse auf das Giessereimaterial. — Bestandtheile der Brennstoffe.*

§. 1. Wie bei allen metallurgischen Prozessen, die in hohen Temperaturgraden sich vollziehen, ist auch bei dem Umschmelzen des Roheisens zum Giesse-

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY

reibetrieb, so wie bei den übrigen accessorischen Arbeiten dieses Betriebszweiges das Brennmaterial von ausserordentlicher Wichtigkeit.

Dieselbe bietet zwei Seiten — den zwei Hauptbeziehungen des anzuwendenden Brennstoffes entsprechend:

einmal: in Bezug auf die technische Weiterverwerthung des dargestellten Gussmaterials,

das andere Mal: in Bezug auf dessen ökonomisch vortheilhafte Herstellung und die daraus hervorgehenden Absatzverhältnisse.

Das Brennmaterial, welches die Giessereien mit Vortheil gebrauchen können, muss so beschaffen sein, dass es

1) die Brauchbarkeit des mit seiner Hülfe dargestellten Gusswerks nicht beeinträchtigt, in vielen Fällen sogar das Material verbessert und nutzbar macht;

2) das Fabrikat nicht so vertheuert, dass der Betrieb den mehr oder minder für sich bestehenden, durch die grössten Anstalten geforderten Marktpreisen gegenüber unrentabel wird.

Um die Auswahl des Brennstoffes hiernach vollkommen dem Zwecke entsprechend vornehmen zu können, muss der Giessereitechniker sich vor Allem klare Einsicht darüber verschaffen, welche Eigenschaften die bekannten technisch bedeutenden Brennstoffe, die uns die Natur bietet, besitzen und welche Brennstoffe hiernach den bereits bekannten Eigenschaften des Gusseisens gegenüber zur Verwendung im Betriebe tauglich erscheinen.

Allgemein gültige und befolgte Grundsätze lassen sich leider bei den Brennmaterialien noch weniger nachweisen, als bei dem Gussmaterial selbst, da hier mehr als sonst lokale Verhältnisse obwalten und dem Brennstoff nur ein secundäres Interesse in der Regel zugewandt wird.

Die meisten Techniker nehmen auf diese Materialien nur dann Rücksicht, wenn natürliche Conjunkturen zur Sparsamkeit und zur möglichsten Ausnutzung zwingen; dass aber selbst in solchem Falle die Rück-

Digitized by Google

sicht zu keinen Resultaten führt, im Gegentheil die Qualität des fabricirten Gusses nur zu häufig zu Anklagen Veranlassung giebt, wird sich im Laufe dieser Besprechungen mit hinreichender Klarheit herausstellen.

Ausserdem sind auf diesem Gebiete noch Vorurtheile zu bekämpfen, welche der einfachsten Ueberlegung schnurstracks zuwiderlaufen; diese walten vor Allem da, wo andere Betriebszweige in theilweise eingebildeter Wichtigkeit eine bevorzugte Stellung im Gesammthaushalt beanspruchen und leider auch — einnehmen. —

Solche Erscheinungen, für deren Wirklichkeit Beispiele aus den verschiedensten Kreisen anzuführen wären, können niemals scharf genug kritisirt werden.

§. 2. Die Brennstoffe, deren sich der Hüttenmann bedient, zerfallen in zwei grosse Abtheilungen,

— vegetabile und

— mineralische Brennstoffe.

Die erste derselben umfasst sämmtliche Hölzer und die daraus dargestellten Kohlen, die zweite alle fossil vorkommenden Stein- und Braunkohlen, dann den Torf, so wie die aus denselben erzeugten künstlichen Brennstoffe, Cokes und Torfkohlen.

Nach der Art der Verbrennung theilen sich die Brennmaterialien in flammende und nicht flammende, je nachdem sie mit starker mehr oder minder leuchtender Flamme brennen oder dieses nicht der Fall ist.

Es ist dieses kein absoluter Unterschied, sondern nur ein durch die Verwendbarkeit in verschiedenen metallurgischen Apparaten hervorgerufener und zumeist darauf sich beziehender. Um den Unterschied in der Art besser zu begründen, sei es gestattet, zu anticipiren.

Man verwendet bekanntlich im Wesentlichen zweierlei Oefen bei der Metallindustrie zur Erzeugung hoher Temperaturen:

Schachtöfen, bei welchen das Brennmaterial in direkten Contakt mit den Substanzen gebracht wird, welche man der hohen Temperatur aussetzt.

Digitized by Google

Flammöfen, in denen das Brennmaterial einen besonderen Raum füllt, dessen Anlage nur der Flamme der verbrennenden Stoffe den Zutritt zu dem eigentlichen Schmelz- oder Arbeitsraum gestattet.

Auch der Giessereitechniker hat beide Arten von Oefen in fortwährendem Gebrauch, obwohl er vorzugsweise gern mit Schachtöfen arbeitet, und nur dann mit Flammöfen, wenn er besondere Zwecke verfolgt. Deshalb bedarf eine Giesserei stets der Brennmaterialien, welche einem jeden dieser Oefen besonders zusagen.

Die Schachtöfen speist man meistens nur mit gereinigtem und deswegen nicht mehr flammengebendem Material; die Flammöfen dagegen mit solchem, das gute Flamme giebt, im Uebrigen aber nicht so rein zu sein braucht, wie das erstere, da es ja nicht in direkte Beziehung zu den Schmelzmassen tritt.

Zu den flammenden Brennstoffen werden gerechnet: das Holz und die sämmtlichen rohen Kohlen der Erdrinde.

Zu den nicht flammenden dagegen die Holzkohlen, die Cokes und die Torfkohlen.

§. 3. Wir entdecken hier einen Zusammenhang zwischen der Verbrennungserscheinung und der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Brennstoffe, der von Wichtigkeit und sich folgendermaassen ausdrücken lässt.

Alle rohen Brennstoffe, seien sie vegetabiler oder mineraler Natur, brennen mit deutlicher heller Flamme.

Alle gereinigten Brennstoffe, die Rückstände der trocknen Destillation, brennen mit undeutlicher blasser Flamme.

Den eben entwickelten Unterschied muss man nicht als absolut betrachten, denn es kann künstliche Brennstoffe geben, welche heller flammen, als einige der rohen, — so viel steht aber fest, dass ein roher Brennstoff immer stärker flammt, als das aus dem-

Digitized by Google

selben hergestellte künstliche Produkt; dieses erklärt sich einfach daraus, dass der Darstellungsprozess der künstlichen Brennstoffe eine partielle Verbrennung, eine trockne Destillation ist, bei welcher sämmtliche flammenbildende Bestandtheile des Brennmaterials eliminirt werden.

Mit diesen werthvollen Bestandtheilen entweichen indess auch die schädlichen oder der vollen Brennkraft im Wege stehenden, weshalb wohl auch der Läuterungsprozess der Verkohlung oder Vercokung roher Brennstoffe trotz der dabei eintretenden unvermeidlichen Verluste ökonomisch wichtig ist.

Ueberall, wo es darauf ankommt, eine besonders intensive Hitze zu erzeugen, wo die Gegenwart des Brennstoffes und sein unmittelbarer Contakt mit den zu behandelnden Substanzen nothwendig wird, ist ein Läuterungsprozess des Brennmaterials ganz unentbehrlich.

Es muss aber bemerkt werden, dass man von jeher bemüht gewesen ist, die bei den Läuterungsprozessen freiwerdenden flüchtigen Produkte zu verwerthen, indem man einerseits eine Condensation derselben versuchte, andererseits die Verbrennung derselben zu verschiedenen Heizungen benutzte.

Auf beiden Wegen stiess man auf Hindernisse, indem man zu einseitig vorging und immer nur den einen Punkt im Auge behielt,

entweder die Gewinnung der gereinigten Brennstoffe,
oder die Ausnützung und Verwerthung der flüchtigen Produkte.

Es war natürlich, dass nur eines der beiden Ziele den Voraussetzungen gemäss erreicht wurde. Auf Hüttenwerken, welche die Erzeugung eines möglichst reinen Brennstoffes beharrlich anstreben mussten, fand die Condensationsmethode der flüchtigen Abgänge fast keinen Eingang, da Anlagen dazu erforderlich waren, die wenig in den Kreis der übrigen Vorrichtungen passten; dagegen bot sich Gelegenheit, die Verbrennungshitze der abziehenden Gase durch Kesselanlagen zu verwerthen und es sind diese in ausge-

Digitized by Google

dehntem Maasse auf vielen Etablissements eingeführt worden.

Allein auch hier war die Erwartung getäuscht und theils litt der Betrieb der Cokesöfen unter der Abhängigkeit von der Dampferzeugung, theils war die Dampferzeugung so mangelhaft, dass bald Reserveanlagen gebaut werden mussten, um für die nothwendige Dampfmenge sicher einstehen zu können.

In neuerer Zeit ist man von einer solchen Ausnutzung der flüchtigen Produkte immer mehr abgekommen und nur bei der Holzverkohlung findet man unter bestimmten Verhältnissen noch besondere Einrichtungen zur Condensation der entweichenden Destillate.

§. 4. Fragen wir, welche Sorten Brennstoffe verwendet der Giessereitechniker? so wird man anworten: diejenigen, die ihm am billigsten zu stehen kommen, d. h. deren Wirkungswerth, auf den Preis bezogen, der höchste ist.

Der blosse Kaufpreis entscheidet nur bei Brennstoffen von gleichem Werthe, und ehe man den billigsten ausfindig macht, muss man die Werthe sämmtlicher der Wahl unterworfenen Brennstoffe mit einander vergleichen.

Es ist durch umfassende und langwierige Untersuchungen vieler Männer der Wissenschaft und Praxis ziemlich festgestellt, innerhalb welcher Grenzen sich die Wirkungswerthe der verschiedenen Hauptclassen von Brennstoffen, auf dieselbe Arbeitsleistung bezogen, bewegen; auf diese Resultate sich stützend, ist es leicht, in einfachen Zahlenverhältnissen die Brennstoffe zu einander in Beziehung zu bringen, deren sich der Hüttenmann und besonders der Giessereitechniker bedient.

Betrachtet man die natürlichen Brennstoffe, Holz und Kohlen, näher, so fällt auf, dass die letzteren (unter die alle fossile Brennstoffe gehören) im Laufe geologischer Zeitfolgen aus Vegetabilien der früheren Erdoberfläche entstanden sein müssen, holzigen oder holzähnlichen Substanzen ihren Ursprung jedenfalls verdanken.

Digitized by Google

Man sieht in den fossilen Kohlen die Glieder einer stetigen Entwickelungsreihe aus dem vegetabilen zum mineralischen Charakter — einerseits an das Holz der lebenden Pflanzen sich anschliessend, durch die Stadien des Torfes, der Braunkohlen, der jüngeren und der älteren Steinkohlen zu jenen brennbaren Fossilien hinführend, welche als Anthracite dem Mineralreich vollständig anzugehören scheinen und jede Spur eines organischen Ursprungs verloren haben.

Mit der Wandlung des äusseren Charakters läuft aber die des inneren, das heisst: der chemischen Constitution gleichmässig weiter und diese ist es, die uns hauptsächlich interessirt und auch die wichtigere, folgenschwerere ist.

Mit dem durch Analysen hinlänglich aufgeklärten chemischen Charakter hängt der bereits erwähnte, vermittelst empirischer Versuche gefundene und auf eine gemeinsame, in allen Fällen gleichgross angenommene Arbeitsleistung zurückgeführte Wirkungswerth innigst zusammen (wenn es auch noch nicht möglich ist, auf die Analyse eines Brennstoffes eine genauere Berechnung jenes Werthes zu gründen, da die Einflüsse mancher fremden Bestandtheile noch nicht klar genug erkannt sind). In fast allen Fällen, wo es sich um Verwerthung im Grossen handelt, wird es sich empfehlen, Versuche an der Arbeit selbst anzustellen, zu welcher das Brennmaterial bestimmt sein soll, und wie bei Roheisenankäufen in der Giesserei gerathen werden kann, wohlgegliederte Versuchsreihen abzuführen, so wird es bei der Beschaffung eines neuen Brennstoffes am besten sein, denselben versuchsweise in die betreffende Arbeit eintreten zu lassen.

§. 5. Da es sich hier nicht darum handeln kann, eine Beschreibung sämmtlicher Brennstoffe zu geben, sondern die Beziehungen des Giessereibetriebes zum Brennstoffe im Besonderen zu besprechen, so interessirt uns vor Allem die Frage: Welche Arbeit soll der Brennstoff leisten, den die Giessereien verbrauchen und welche Anforderungen stellen diese

Digitized by Google

Anstalten an jeden Brennstoff, der ihnen angeboten wird?

Ohne vorzugreifen, kann man sagen, dass, abgesehen von dem Betrieb der Hülfsvorrichtungen, Dampfmaschinen, Darrkammern etc., es sich bei sämmtlichen Prozessen des Giessereibetriebes nur um die Schmelzung des Gussmaterials, des Eisens, handelt. Der Brennstoff muss also alle erforderlichen Eigenschaften besitzen, um, vermittelst geeigneter Verbrennungsräume, Eisen in denjenigen Flüssigkeitszustand zu versetzen, der zum Gelingen der Gusswaare nothwendig ist. Dazu ist vor Allem eine grosse Heizkraft nöthig, weil das Eisen nicht allein geschmolzen, sondern auch überhitzt werden muss, damit es hinreichende Wärme besitzt, um bis zum letzten Ausfüllen einer langsam volllaufenden Form einen hinreichenden Flüssigkeitsgrad zu behalten. Zum Eisenschmelzen lassen sich daher die Brennstoffe am Vortheilhaftesten verwerthen, welche jenes Schmelzen in möglichst kurzer Zeit und in energischer Weise durchführen, denn auch auf rasches Schmelzen, den Ausgangspunkt hoher und billiger Produktion, muss gesehen werden. In der That muss man bei der Wahl zwischen zwei oder mehreren Brennstoffen diesen Factor, die Zeit, auch mit in Betracht ziehen und wie bereits hervorgehoben, berechnet sich der relative Werth eines Brennstoffes hauptsächlich unter Zugrundelegung seiner Leistung.

Diese Leistung besteht aber für den Giesser nicht blos in dem auf ein bestimmtes Quantum von Brennstoff bezogenen, in Gewichtseinheiten verdampften Wassers oder in anderer Weise ausgedrückten Heizeffekt, sondern zunächst in der Menge flüssig gemachten Eisens, die ihm der Brennstoff in seinen vorhandenen Apparaten pro Zeiteinheit herstellt. Ein theoretischer Zusammenhang existirt allerdings zwischen diesen Werthen, nur bringt der zweite eine Wirkung zur sofortigen Anschauung, die, vermittelst Ableitung und Rechnung mit dem ersterwähnten Werth gefunden, praktischer Correcturen erst bedurfte, um der Praxis als

Digitized by Google

Anhalt zu ihren Entschliessungen zu dienen. Die Grenzen der realen Möglichkeit werden bei wissenschaftlicher Folgerung für technische Zwecke meist sehr vernachlässigt, so dass die genannten Correcturen in grossem Maassstabe wirksam werden müssten.

§. 6. Unter den Brennstoffen, die uns zu Gebote stehen, entsprechen viele den Anforderungen hinsichtlich der Leistung nach Zeit und Quantität, und doch wird nur eine verhältnissmässig kleine Zahl zu den Giessereiprozessen sich recht vollkommen eignen. Man stellt noch andere Versuche als die auf den Heizeffekt bezüglichen an, wenn man den betreffenden Brennstoff prüfen will. Man fragt nach seiner Zusammensetzung, noch mehr nach der Zusammensetzung seiner Verbrennungsprodukte und ihrem Einfluss auf das zu behandelnde Schmelzgut. Hier kommt es also darauf an, die Grösse der Veränderung des geschmolzenen Metalls zu ermitteln und danach zu bestimmen, ob der betreffende Brennstoff für diesen Schmelzprozess noch verwendbar ist oder nicht.

Die Flamme der Brennstoffe, d. h. die Gesammtheit der in höheren Temperaturen aus denselben sich gleichzeitig entbindenden brennenden Gase, besteht im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffen, vermischt mit Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasser, den Resultaten bereits eintretender Verbrennung des Gasgemenges und des Brennstoffrückstandes. Ausserdem bilden sich bei Anwesenheit der entsprechenden Mineralsubstanzen noch Schwefel- und Phosphorverbindungen, Ammoniak u. a. mehr. Endlich führt die Flamme der meisten Brennstoffe mechanisch in derselben fortgerissene Aschentheile und Staubkörper aller Art mit sich — namentlich in den grossen Verbrennungsapparaten, deren sich die Eisenhütten bedienen.

Es ist klar, dass diese sämmtlichen Elemente der Flammen mit den Schmelzmassen in unmittelbare Berührung treten und diese sich ihrer Einwirkung um so weniger entziehen können, als die herrschende hohe Temperatur chemische Actionen auf das Kräftigste

Digitized by Google

unterstützt und begünstigt. Der Giessereitechniker, mehr als jeder andere praktische Metallurg, ist genöthigt, auf diese Wirkungen Rücksicht zu nehmen und sie entweder zu fördern oder aufzuheben, je nachdem sie sich seinen Absichten nicht entgegenstellen oder es thun.

Wir sprachen aber bis jetzt nur von der Flamme des Brennmaterials; deren Einfluss ist es indess nicht allein, was uns beschäftigen soll, denn es giebt eine Menge metallurgischer Apparate — und gerade der Giessereitechniker arbeitet damit vorzugsweise, in denen Brennstoffe und Schmelzmaterial bereits in kaltem Zustande sich in einem Raume zusammenfinden und die Temperatursteigerung bis zur äussersten Hitze mit einander durchlaufen.

Hier treten ausser den flüchtigen Bestandtheilen und den mechanisch im Flammenzug mitgerissenen Aschen- und Staubpartikeln noch die festen Substanzen wirkend auf, die den Brennstoff zusammensetzen und der Einfluss desselben auf das Schmelzgut ist nicht nur gesteigert, sondern ein ganz anderer geworden.

Die direkte Berührung des Brennstoffes und des Schmelzmaterials im einem Ofenraum erzeugt eine ausserordentliche Einwirkung der Bestandtheile des Brennstoffs, und da die nicht brennbaren derselben schliesslich schmelzen und mit dem Gussmaterial während dessen Verbleibs im Ofen in flüssigem Contakt sich befinden, so müssen bei dieser Art von Betrieb die nichtflüchtigen und nicht brennbaren Bestandtheile der Brennstoffe, d. h. **deren Aschengehalt**, einer genauen Ermittlung unterzogen werden.

Wenn das Verhalten der Flamme allein mit dem des gesammten Brennstoffs verglichen wird, so ergiebt sich aus den gemachten Andeutungen, dass

1) die Einwirkung der blossen Flamme nicht so energisch sein kann, als die des gesammten Brennstoffes in direkter Beziehung;

Digitized by Google

2) die genannte Wirkung der Flamme eines unreinen Brennstoffs der direkten Wirkung eines reineren Brennmaterials gleich sein kann;

3) es gerathen erscheinen muss, um eine zu energische Wirkung der Brennstoffe auf das Gussmaterial zu vermeiden, die unreineren Brennstoffe nur durch die Flamme, die reineren Sorten dagegen auch direkt wirken zu lassen.

§. 7. Die Substanzen, welche nach dem eben Gesagten die energischen Wirkungen ausüben, sind ausser den bei der Zergliederung der Flammengase bereits aufgeführten Körpern die Bestandtheile der Asche, d. h. die den eigentlichen Brennstoffen beigemischten Mineralsubstanzen.

Da diese, ähnlich wie die Verunreinigungen der Eisenerze, Gebirgstrümmer sind, die meist in feinzertheiltem Zustand sich während der Bildung der fossilen Brennstoffe mit dem vegetabilischen Moder mit eingelagert haben oder, wie bei den Pflanzen, als Bestandtheil der Zelle und der Säfte in dem lebenden Baume enthalten waren, also ebenfalls aus dem Boden stammen, so findet man darin eine grosse Menge von Elementen in den verschiedenartigsten Zuständen.

Wenngleich der Gehalt der Asche selbst an einer oder der anderen Substanz nur gering ist und sich dieser Gehalt im Verhältniss zum Brennmaterial selbst noch geringer berechnet, so gebietet schon die einfache Betrachtung den Massen an Brennstoff, denen die metallurgischen Operationen bedürfen, jede Rücksicht auf jene Aschenbestandtheile, welche durch Accumulation in den Verbrennungs- und Arbeitsräumen der Oefen zu wirklichen Faktoren chemischer Vorgänge zu werden vermögen.

Ganz besonders tritt dieser Umstand dann auf, wenn eine innigere Verwandtschaft des Schmelzprodukts zu einem oder dem anderen dieser Bestandtheile die Wirkung derselben verstärkt und oft wirklich prädisponirt.

§. 8. Es giebt nach alledem

1) Flüchtige und

Digitized by Google

2) Fixe Substanzen in den Brennstoffen, mithin auch analoge Classen von wirkenden Nebenbestandtheilen, die näher betrachtet werden müssen.

Die flüchtigen Bestandtheile der Brennstoffe dienen, soweit sie aus wirklich brennbaren Kohlenverbindungen bestehen, zur Erzeugung der Temperatur, der man die Schmelzmaterialien zu unterwerfen beabsichtigt. Dieser Effekt wird bei der gewöhnlichen Flamme noch vermehrt durch suspendirte glühende Kohlentheilchen, die der Flamme das leuchtende Aussehen geben und dann erscheinen, wenn die Kohlenwasserstoffe ohne hinreichende Beimischung von atmosphärischer Luft verbrennen.

Die heizenden Bestandtheile der Flammen sind hiernach die Kohlenwasserstoffe und das Kohlenoxyd, die nicht heizenden Kohlensäure und Wasserdämpfe. Zu jenen gesellt sich in manchen Fällen das Cyan, das sich auch in seiner Wirkung auf die Metalle denselben anschliesst. Diese Wirkung ist reducirender Natur, d. h. die Verbrennung der Gase geschieht zum Theil auf Kosten des Sauerstoffgehalts aller Körper, die in der Flamme sich befinden und derselben ausgesetzt sind.

Fremdartige Beimischungen der Flammen sind Schwefel- und Phosphorverbindungen, Aschentheile und Flugstaub. Diese sind es hauptsächlich, deren Einwirkung bekämpft werden muss und die auch beim Giessereibetrieb oft störend auftreten. Da die direkte Einwirkung der Flamme keine langandauernde ist und in den Flammöfen meistens die strahlende Wärme des von den Flammen bestrichenen Gewölbes die Schmelzung hervorbringt, so ist der Einfluss jener fremdartigen Bestandtheile der Flamme nur vorübergehend und nur für empfindliche Schmelzmassen nachtheilig.

Dieselben Substanzen, wie wir sie in der Flamme beobachten, verflüchtigen sich auch bei den Brennstoffen, die man direkt mit den Metallen in den Schmelzöfen zusammenbringt, und ihre Wirkung auf diese Metalle ist die-

Digitized by Google

selbe und nur deshalb etwas grösser, weil durch die dichte Auflage der Beschickung das Entweichen der Gase langsamer geschieht und dieselben längere Zeit mit den Schmelzmassen in Berührung bleiben, als beim Flammofen.

Der Schwerpunkt der Heizung ist aber hierbei in den festen Kohlenstoffgehalt verlegt, den der Brennstoff enthielt und der in glühendem Zustand mit den Schmelzmassen zusammentritt. Dieser Kohlenstoff übt wie die normalen Flammengase eine reducirende Wirkung aus und ist auch wie diese im Stande, schmelzendes Eisen zu kohlen oder den anfänglichen Kohlengehalt desselben zu vergrössern. Die Aschenbestandtheile werden durch die reducirenden Einflüsse im Ofen zerlegt und ihre Radikale gehen, soweit es die anderweitige Verwandtschaft gestattet, in die schmelzenden Metallmassen über, die sie in ihren werthvollsten Eigenschaften modificiren können. Dahin gehören Silicium, Phosphor, Schwefel, Aluminium und andere Elemente, deren Einfluss auf Gusseisen hinreichend dargelegt worden ist. Man muss also den Aschengehalt bei dieser Art von Schmelzung zu beseitigen suchen, denn nur bei der Flammenheizung ist er ohne beträchtlichen Einfluss.

Abtheilung b. *Von der Anwendung verschiedener bestimmter Brennstoffarten bei dem Giessereibetriebe.*

§. 8. Nach dem Gesagten scheint es, als befinde sich der Giessereitechniker in einer üblen Lage der Wahl des Brennstoffes gegenüber; doch begünstigt ihn hierbei ein Umstand, nämlich der, dass es ihm frei steht, mit Flammenfeuer oder in direktem Contakt mit dem Brennstoffe zu schmelzen. Zur Darstellung von Flammenfeuer können nur rohe Brennstoffe, Holz, Stein- und Braunkohlen genommen werden, welche die ganze Menge der schädlichen Beimengungen in denselben entbinden und nur den Aschengehalt zurückhalten; zum Schmelzen im Schachtofen bei direktem Contakt mit dem Brennmaterial kann man auch nichtflammende Brennstoffe verwenden, zu denen u. A. die

Digitized by Google

mittelst trockner Destillation gereinigten Substanzen, also Holzkohlen und Cokes zählen. Diese enthalten allerdings noch den ebenfalls schädlichen Aschengehalt, allein in geringerem Maasse, seit mit Erfolg an einer Aufbereitung der rohen mineralischen Brennstoffe gearbeitet worden ist.

Man sucht seitdem alle Prozesse der Giesserei vorzugsweise im Schachtofen auszuführen und gebraucht zu diesem Betriebe gereinigte Brennstoffe. Durch Waschen und Schlämmen befreit man die rohen Stoffe von den eingemengten Asche gebenden erdigen Substanzen und durch Vercoken erzielt man ausser einer handlichen Form noch die Abwesenheit der flammenden Bestandtheile, also die Entfernung der indifferenten und schädlichen Produkte der Verbrennung. Bei dem Holze kann man natürlich nur das Letztere, denn eine Extraktion der anorganischen Elemente des Baumes würde nicht gelingen. Der geringe Aschengehalt der meisten Holzarten gestattet es überdem, in den meisten Fällen darüber hinwegzusehen und es geniessen deshalb auch alle in einem bei Holzkohlen angeführten Prozess dargestellten Produkte metallurgischer Thätigkeit vorzugsweise den Ruf einer bedeutenderen Reinheit.

Der Giessereitechniker hat nach Alle dem wesentlich nur zwischen Cokes und Holzkohlen die Auswahl zu treffen — beide Begriffe im weitesten Sinn verstanden, so dass unter Cokes alle durch trockne Destillation gereinigten mineralischen Brennstoffe, unter Holzkohlen die verkohlten Hölzer aller Art verstanden sind.

Ehe wir auf die Charakteristik dieser beiden Classen näher eingehen, muss bemerkt werden, dass allen Erfahrungen nach

1) die Holzkohlen reiner sind, als die besten Cokes,
2) die Leistungsfähigkeit der Holzkohlen um Vieles geringer ist, als die der Cokes.

Bei der Wahl einer dieser beiden Classen kommt es folglich darauf an, dem etwaigen ökonomischen Vortheil allein nachzugehen, wenn nicht bestimmte und

Digitized by Google

bezahlte Anforderungen an die Qualität der Gusswaare gestellt werden.

1) Von der Verwendung der Holzkohlen beim Cupolofenbetrieb.

§. 10. Für Holzkohlen wird man sich entscheiden, wenn man sehr reiner Gusseisensorten bedarf und gleichzeitig eine langsamere Schmelzung hervorbringen will. Es kommt bei der Darstellung des Hartgusses in gewisser Form vor, dass die hierzu bestimmten diversen Eisensorten bei Holzkohlen zusammen legirt und dann nochmals bei Cokes geschmolzen werden. In diesem Falle ist es geboten, im Interesse der Homogenität des zu erzielenden Gusses 2 Schmelzungen anzuwenden, erst einer Legirung, dann eine eigentliche Schmelzung behufs des Gusses. Wegen der grösseren Reinheit der Holzkohle empfiehlt es sich, zur Legirung dieses Brennmaterial zu wählen, denn es kommt auf die zum Giessen erforderliche Dünnflüssigkeit noch nicht an. Um die letztere ökonomisch vortheilhafter zu erzielen, muss die erhaltene Legirung aber mit Cokes geschmolzen werden.

Diese und andere ähnliche Fälle dürften die einzigen sein, in welchen Holzkohlen angewandt werden. Es giebt allerdings wohl noch Holzkohlencupolöfen, doch nur lokale Verhältnisse können deren Anlage rechtfertigen, nämlich ungewöhnliche Billigkeit der Holzkohle oder ausreichender Absatz bei guten Preisen. Wo ein Hochofen mit Holzkohle betrieben wird, kann man durch die Anlage eines Schöpfherdes direkt aus dem Ofen Gusswaaren erzielen und ist der Bedarf an solchen im Wachsen, so gestattet nur die Aussicht auf höhere Preise einen Cupolofenbetrieb mit Holzkohlen einzurichten. In allen den metallurgischen Bezirken, wo Eisenbahnnetze sich ausdehnen, findet man die Holzkohlen allgemein durch Cokes ersetzt und nur in dem bereits erläuterten Fall, wo ein bestimmter technischer Zweck erreicht werden soll, nimmt man das kostbare vegetabilische Brennmaterial in Anspruch.

Digitized by Google

Der grössere Aufwand des Holzkohlenbetriebes wird nicht allein durch den an sich hohen Kaufpreis veranlasst, auch durch den massenhaften Verbrauch und die geringe Leistung vertheuert sich seine Anwendung.

Zum Cupolofenbetrieb sind unter den Holzkohlen die härteren vorzuziehen, eben so wie dieselben beim Hochofen vorzugsweise geschätzt sind. Auch in Bezug auf die Cokes kann man sagen, dass schwerere und dichtere Cokes sich weit besser zum Umschmelzen des Roheisens eignen, als leichtere, welche leicht zerdrückbar sind und dann unvollständig und mit vielfachen Nachtheilen verbrennen. Ein schwerer und kräftiger Brennstoff steigert die Leistung des von ihm genährten Apparates, d. h. diese Leistung nimmt auf eine bestimmte Zeiteinheit bezogen zu; die Produktionsgrenzen erweitern sich und die nicht unbedeutenden Verwaltungs- und Aufsichtsausgaben vertheilen sich auf grössere Summen verkäuflicher Produkte. Der Gewinn nimmt also zu und in diesem Einfluss auf die Darstellungskosten liegt ein mächtiger Grund für die Annahme, dass man bei der Wahl eines Brennstoffs zunächst den Wirkungswerth, dann die absolute gesteigerte Leistung des damit gespeisten Apparates und damit die ersparten Generalkosten in Berücksichtigung zu ziehen hat und sich nicht allein an dem Vergleich der auf gleiches Gewicht oder gar gleiches Maass bezogenen Bruttokaufpreise genügen lassen darf. Man nehme das beste erreichbare Brennmaterial und man wird stets Vortheil daran haben, sei es in technischer, sei es in haushälterischer Beziehung.

2) Von der Verwendung der Cokes im Giessereibetrieb. Classifikation der Cokes. Einflüsse der Aufbereitung und der neueren Cokesofenconstruktion. Oefen von Appolt, Cox, Jones Francois, Coppée, Smets, Dulait u. A. Kennzeichen guten Kokes.

§. 11. Wenn man bei dem Betrieb einer Giesserei auf mineralischen Brennstoff angewiesen wird, ist

Digitized by Google

es von Interesse, zu discutiren, auf welchem Wege aus den zur Disposition stehenden Kohlen die besten Cokes darzustellen sind.

Es giebt bekanntlich Kohlen, welche, reich an Kohlenwasserstoffen und rein von feineingemengten erdigen Bestandtheilen, sich bei der Vercokung aufblähen und geschmolzene, geflossene Massen bilden, von blasiger Beschaffenheit und lockerem Gefüge. Diese Kohlen nennt man vorzugsweise backend und die daraus dargestellten Cokes Backcokes.

Wegen ihrer grossen Zerreiblichkeit sind reine Backcokes nicht gut zu verwenden, wo eine hohe Schmelzsäule und ein energischer Gichtenwechsel den Schachtofenbetrieb in hohen Temperaturen begleitet. Sie taugen deshalb auch für den Cupolofenbetrieb nichts. Vermischt man dagegen Backkohlen mit einer der nachstehenden Sorten, welche die backende Eigenschaft wenig oder gar nicht besitzen, so erzielt man Produkte von grösserer Festigkeit und Widerstandsfähigkeit.

Den Backkohlen nahestehend ist eine Sorte Steinkohlen, welche beim Vercoken gesinterte Massen darstellt, ohne vollkommene Schmelzung, manchmal von steiniger Beschaffenheit. Diese Art Kohlen ist am häufigsten vertreten und auf ihre specifischen Eigenthümlichkeiten gründen sich die meisten der bekannten metallurgischen Apparate. Die Sinterkohlen eignen sich sowohl zum Vercoken, als auch zum Verbrauch in Flammöfen. Im ersten Falle ist es aber wegen der geringen Schmelzbarkeit gerathen, sie in grösseren Stücken zu vercoken oder mit Backkohlen gemischt. Zum Schachtofenbetrieb kann man kein besseres Material wählen, da die Sintercokes dem starken Druck einer Schmelzsäule hinreichenden Widerstand leisten, um unzerdrückt in die Zone der intensivsten Verbrennung zu gelangen und dort noch ihre Dienste zu thun, während Backcokes dort als Lösche ankommen und als schwer verbrennliche Massen die Ofenarbeit erschweren.

Die dritte Art von Kohlen, von erdiger Beschaffenheit und ohne jede Backfähigkeit beim Coken nennt man Sandkohlen, sie liefern nur geringe und zer-

Digitized by Google

bröckelte Cokes und sind von der Verwendung in der Metallurgie ganz ausgeschlossen, wenn man nicht durch Backkohlenzusatz ihre Qualität verbessern kann. Es versteht sich, dass einer Hütte oftmals diese drei verschiedenen Sorten zu Gebote stehen und es sich darum handelt, wie man dieselben am besten verwerthet.

Nach den gemachten Erfahrungen ist es aber ganz zweifellos, dass sich Sinterkohlen am besten sowohl zum Schachtofen-, als auch zum Flammofenbetriebe eignen, da ihre nicht backende Eigenschaft sowohl die feste Beschaffenheit der Cokes als auch die leichtere Arbeit auf dem Rost der Flammöfen veranlasst und da der Vortheil, den die längere Flamme der Backkohlen geben könnte, durch den Nachtheil aufgewogen wird, den das Verbacken derselben auf dem Rost nach sich zieht.

§. 12. In neuester Zeit sind die Unterschiede in der Qualität der Steinkohlen und ihrer Cokes dadurch beseitigt worden, dass man mittelst geeigneter Aufbereitung und dazu passender Vercokungsmethoden den Aschengehalt vermindert hat, ohne die Zerstörbarkeit zu vermehren.

Man wäscht die Kohlen und befreit sie dadurch von dem grössten Theil ihres Aschengehaltes; durch Druck in den Cokesöfen oder durch gesteigerte Seiten- und Bodenerhitzung derselben gelingt es dann, feste und dauerhafte Stückcokes zu erzielen mit einem Material, welches vor noch nicht langer Zeit vollkommen werthlos gewesen ist.

Die Angelegenheit der Kohlenwäscherei und Aufbereitung ging mit der Verbesserung der Cokesöfen fast Hand in Hand, denn ein Vorzug auf der einen rief einen neuen Vortheil auf der anderen Seite hervor. Für die Giessereien ist diese neue Aera in der Cokesdarstellung nicht von hervortretender Wichtigkeit geworden, da dieser Industriezweig keine solche Consumtionsziffer von Brennstoffen aufweist, als die Eisendarstellung oder die Verkehrsanstalten.

Insofern aber, als es durch die Anwendung der neueren Verbesserungen der Cokerei gelang, alte Vor-

Digitized by Google

urtheile in Betreff einzelner Kohlenwerke zu verdrängen und Sorten anzuwenden, die früher dem cumulativen Debit oder den eigenen Dampfkesselfeuerungen zugewiesen worden sind, muss auch der Giessereitechniker in die Lage kommen, davon Notiz zu nehmen.

In grossen Städten, z. B. Berlin, wo der Cokesbedarf der zahlreichen Industrieanstalten durch besondere Rohproduktenhändler eingeführt und verkauft wird, kommt es sehr darauf an, dass die Cokesproducenten des In- und Auslandes durch solche Verbesserungen ihre Waare über alle die bisher begründet gewesenen Vorwürfe erheben.

Bei bedeutenderem Bedarf wird sich der Abnehmer auch in der Darstellungsweise zu informiren suchen, um an den Ort zu gehen, wo ihm die Arbeitsmethode die meisten Garantieen für die Güte der Produkte zu bieten scheint.

Der Methoden scheinen unzählige zu sein, sobald man jede etwas modificirte Ofenconstruktion als das Kennzeichen eines vollständig veränderten Arbeitsverfahrens ansieht. In Wirklichkeit handelt es sich hierbei nur um zwei wesentliche Unterschiede:

1) Vercoken bei hoher Aufschüttung und engem Ofenraume,
2) Vercoken bei flacher Aufschüttung und breitem Ofenraume,

und ohne auf Details einzugehen, die nicht hierher gehören, sollen blos diese beiden Prinzipien und ihre Folgen in der Qualität der Produkte erörtert werden.

§. 13. Unter den Cokesöfen der ersteren Art, welche eine geringe Grundfläche und eine vorwiegende Höhe darbieten, ist vor Allem der Cokesofen nach dem System der Gebr. Appolt zu erwähnen.

Indem die äussere Einrichtung des sinnreichen Apparates als bekannt vorausgesetzt wird, muss hervorgehoben werden, dass das Prinzip, welches die Construkteure dieses Ofens leitete, das war, durch eine grosse Energie der Arbeit die Cokesdarstellung von einzelnen Fehlern des Materials unabhängig zu machen und Produkte der besten Qualität auch von schlech-

Digitized by Google

teren, bis dahin nicht verwerthbaren Kohlen zu erzeugen. Nachdem jetzt 10 Jahre der Versuche und fortgesetzten Praxis die Cokes aus Appolt'schen Oefen für die meisten metallurgischen Zwecke tauglich erklärt haben und man diese in der äusseren Einrichtung kostbaren Apparate überall einzurichten bestrebt ist, wo man durch Aufbereitung geringerer Kohlensorten backende Schliche herstellt, — so kann man annehmen, dass die von den Erfindern aufgestellten Prinzipien richtig gewesen sind.

Der Appolt'sche Ofen in seiner neueren Form (Guettier, traité de la fonderie, p. 373, Percy's Metallurgie deutsch von Knapp, S. 185 u. ff. des 1. Bandes) stellt ein System einzelner wie aufrechtstehende Retorten wirkender rektangulärer Schächte dar, welche zu 12 in einem gemeinschaftlichen Rauhgemäuer paarweise neben einander liegen. Oben und unten mit beweglichen Verschlüssen versehen und mit Schienenwegen in Verbindung gebracht, gestatten die Schächte die Besetzung von oben her und die Entladung nach unten hin in der einfachsten Weise. Die einzelnen Schächte haben indessen noch eine andere wichtige Eigenthümlichkeit in ihrem Bau; durch Isolirung des Kernmauerwerkes von dem Rauhmauerkörper und durch zahlreiche Oeffnungen in jenem ist es möglich, dass die aus den Chargen entwickelten Flammengase die Schachtwände von innen und aussen erhitzen und dass in dieser Weise eine ungewöhnlich regelmässige und energische Vercokung eintritt. Diese Energie des Prozesses gestattet nicht, dass die kleinsten Kohlentheilchen der Beschickung, ihre backenden Eigenschaften gegenseitig und fast gleichzeitig entwickelnd, zur Bildung grösserer homogener Massen sich conglomeriren —, eine Wirkung, welche von dem hohen Druck einer schmalen und hohen Schmelzsäule unterstützt und concentrirt wird.

Da hiernach die Grösse des Korns der Beschickung bei dem Appolt'schen Ofen wenig berücksichtigt zu werden braucht, so ist leicht erklärlich, warum erst nach Einführung dieses Ofens die Aufbereitung der Steinkohlen, welche stets ein mehr oder minder feines

Digitized by Google

Pulver oder Schliech liefert, eine technische Wichtigkeit erlangt hat; im Appolt'schen Ofen vermag man nicht allein backenden Schliech, sondern auch blos sinterndes Klein, unter geringem Zusatz von backender Kohle auch sandigen Abfall in festen Cokes von brauchbarer Qualität zu verwandeln. Welche Erwartungen man selbst in England von den Appolt'schen Oefen gehegt, geht aus einer Bemerkung in Percy's Metallurgie (Bd. I., S. 191) hervor, wo man von der Anwendung des Appolt'schen Prinzips die umfangreichste Verwendung der Süd-Staffordshirer und Sandkohlen zu hoffen scheint. Ein daselbst ausgeführter Versuch auf der Hütte von Blakewell ergab die Möglichkeit, die Sandkohlen durch Pressen und darauffolgende Vercokung zu compakten Cokes zu vereinigen. Eine geringe Beimischung von Backkohlen und energische Vercokung im Appolt'schen Ofen dürfte zum Hervorbringen desselben Resultates genügen.

§. 14. Die bei Weitem grössere Klasse von Vercokungsapparaten beruht auf einem anderen Prinzip, als dem bei den Appolt'schen maassgebenden; flache Aufschüttung bei weitem Ofenraume von verschiedener Grundform zeichnet sämmtliche hierhergehörige Apparate aus. Diese eignen sich daher vorzugsweise für die besseren Kohlenarten, d. s. die Back- und Sinterkohlen, wo es weder auf hohen Druck noch auf energische Aktion ankommt. Durch Einführung und Ausbildung des Systems der Sohlen- und Wandheizung hat man die Wirkung dieser Oefen bedeutend erweitert und verstärkt.

Alle Cokesöfen älterer Façon, die runden domartig gewölbten und die länglichrunden, die langgestreckten von rektangulärem Querschnitt, mit einer oder mit zwei Thüren gehören hierher.

Percy hat in seiner Metallurgie (I. S. 179 u. ff.) 2 englische Formen solcher Oefen beschrieben, die von Cox und Jones. Denselben reihen sich die François'schen Cokesöfen an, welche als einfachster Typus dieser Art Oefen gelten können. Von länglich rechteckiger Grundform, mit nicht hohem Gewölbe, Kanälen unter

Digitized by Google

der Ofensohle und an den Wänden herauf, arbeitet dieser Apparat mit Energie und Zweckmässigkeit, sobald es sich um Kleinkohlen von backender oder sinternder Beschaffenheit handelt und liefert auch für den Giessereibetrieb gute und feste Cokes.

Sehr beliebt für die Darstellung von harten und leistungsfähigen Cokes sind die Konstruktionen von Coppée, Smets, Gobiet u. A., die alle dasselbe Prinzip der Schüttung repräsentiren und sich unter einander nur durch die specielle Disposition der Kanäle zur Sohlen- und Wandheizung unterscheiden.

Bei Vercokung von grossen Stücken gut backender Kohlen wendet man auch die offenen Oefen mit Vortheil an, welche Brandt 1851 als Schaumburger Oefen beschrieb und empfahl. Sie zeichnen sich durch Billigkeit, bequeme Arbeit und grosse Leistungsfähigkeit (bei bestimmten Bedingungen) aus, trotzdem aber haben sie sich nicht überall Eingang und längere Geltung zu verschaffen gewusst.

In neuerer Zeit sind sie wieder auf einzelnen Werken dem Betrieb von geschlossenen Oefen vorgezogen worden und geben angeblich gute Resultate. Der Grund, warum die offenen Oefen und die ähnlich betriebenen Meiler nicht allgemein geblieben sind und nur in einzelnen Fällen empfehlenswerth erschienen, liegt wohl in der begrenzten Leitfähigkeit des freien Vercokens und in der steten Ungleichheit der erzielten Produkte, eine Folge der unvermeidlichen Ungleichheit des Materials, auf welches zu wenig gewirkt werden kann. Für Giessereizwecke sind die Meilercokes und die aus Schaumburger Oefen nur dann mit Vortheil zu gebrauchen, wenn sie aus reinen und grossen Back- resp. Sinterkohlen hergestellt sind. Man ist allerdings im Stande, einen Cupolofen mit solchen häufig mangelhaft versinterten und Conglomerate darstellenden Cokes zu betreiben, man wird aber hierbei ebenso schlechte Resultate erhalten, als man wahrnimmt, wenn ein Hochofen dergleichen Brennstoff verarbeiten muss.

Geschlossene Oefen von beliebiger Form dagegen, wenn sie nur hinreichend energisch arbeiten, d. h. eine

Digitized by Google

vollständige den Eigenschaften der Kohlen entsprechende Sinterung oder Schmelzung bewirken, geben bei richtiger Leitung Cokes von der Beschaffenheit, wie sie der rationelle Cupolofenbetrieb erfordert.

Es mag hier nochmals wiederholt werden, dass der Giessereibetrieb durchaus keine schlechteren Brennstoffe verträgt als der Betrieb von Eisenhochöfen. Manche Hochofentechniker glauben in der That, die mit einer Hochofenanlage combinirte Giesserei müsse sich glücklich schätzen, die schlechteren Cokes der eigenen Anstalt verbrauchen zu dürfen; dann aber vergessen die Herren, dass das von ihnen der Giesserei gelieferte Gussmaterial in der Regel durch einen rationellen Cupolofenbetrieb erst verbessert, d. h. verkäuflich wird, und dass, selbst in dem Fall, wo der Hochofen gut geht und brauchbare Produkte erzeugt, diese durch einen mangelhaften Umschmelzprozess die mühsam erzielte gute Qualität verlieren.

Es liegt also in beiden Fällen im Interesse des mit der Cokesfabrikation beauftragten Hochofenbeamten der coordinirten Giesserei, dieselbe gute Qualität in den Cokes zu liefern, welche derselbe für seinen Hochofen allein zuträglich erachtet.

§. 15. Die Kennzeichen eines für Cupolöfen sich eignenden guten Cokes sind nächst einer die Dichtigkeit verrathenden ziemlichen Schwere vollkommene Homogeneität, glatte glänzende hellgraue Oberfläche, die Bruchfläche flachmuschlig und gleichmässige, nicht zu grosse Porosität zeigend.

Blasige Cokes, welche sich durch ihr geringeres Gewicht von vorn herein als solche ankündigen, sind zu verwerfen, noch mehr ungleiche und aus verschiedenartigen Stücken agglomerirte Massen von bröckliger Beschaffenheit. Die Festigkeit erkennt man am Besten am Klang, dessen Deutlichkeit auch dem Grad der Gleichmässigkeit im Gefüge entspricht.

Absolut gleich sind diese Qualitäten nicht für sämmtliche besten Arten von Cokes, indess gewähren sie doch zusammengenommen und in richtiges Ver-

Digitized by Google

hältniss gebracht gute Kennzeichen, denen in Betreff der Aschenmengen und des Gehaltes an anderen wichtigen Nebenbestandtheilen chemische Untersuchungen an die Seite gesetzt werden müssen, um ein vollständiges Urtheil über die Cokes sicher zu begründen.*)

Nach Guettier, traité de la fonderie S. 173, §. 329, muss ein guter Giessereicokes eben so weit entfernt vom ungaaren, als vom blasigen Zustande sein. Im ersten Falle wird das Eisen weiss (wie Guettier anzunehmen scheint, durch den Einfluss des noch in den Cokes enthaltenen Schwefels), im anderen Falle wird der Cokes durch die Schmelzsäule zerdrückt und verdirbt als unverbrennliche Lösche die Arbeit im Ofen. Aus dem letzten Grunde legt Guettier auch Werth darauf, dass man bestrebt sein müsse, das Ziehen der Cokes möglichst vorsichtig auszuführen, um grosse Stücke zu behalten; kleine Stücke in zu grosser Zahl beeinflussen zu sehr die Resultate der Giesserei.

Ein gewisser Vorzug wird dem Meilercokes zugestanden, weil die schädlichen Bestandtheile der Kohlen sich beim Meilerbetriebe leichter entfernten und der Cokes reiner ausfiele.

Diese Behauptung hat viel für sich, ist indess nicht ganz stichhaltig, da man annehmen muss, dass ein Meilerbetrieb, welcher die Flammengase leichter entweichen liesse, als ein Ofenbetrieb, die brennenden Kohlen wiederum eher dem Einflusse der Luft preisgeben und ein Uebergaaren leicht herbeiführen müsste.

---

*) Die Methoden, dergleichen Bestimmungen auszuführen, sind in den analytischen Lehrbüchern und in den Handbüchern der Probirkunst erläutert; der Praktiker kann sich mit einer einfachen Probe begnügen, wie sie zur Ermittelung des Gehaltes an Kohlenstoff, folglich des Heizeffekts nothwendig ist und dieselbe wird bekanntlich durch Reduktion von reinem Blei ausgeführt. Das resultirende Bleiquantum, auf die eingewogene Menge Brennstoff bezogen, giebt den Ansatz zur Berechnung.

In den bekannten und umfangreichen Arbeiten von Brix, Scheurer-Kestner, Hilt, Havrez, Dr. Muck und Grundmann findet man Mittel und Wege angegeben, um den Werth der Brennstoffe mit grösster Genauigkeit zu bestimmen.

Digitized by Google

Meilercokes sind nur dann vorzuziehen, wenn man es mit festen, sinternden und grossstückigen Kohlen zu thun hat. Backende Kohlen blähen sich im Meiler noch viel eher zu porösen schwammigen Massen auf, als im Ofen, wo sie einen gewissen Druck aushalten müssen.

Bei der Besprechung des Cupolofenbetriebes und des Flammofenbetriebes*) lassen sich die vom Brennmaterial überhaupt erlangten Leistungen besser übersehen und feststellen, in wieweit die bekannten Cokes den Anforderungen genügen. Hier sei blos noch erwähnt, dass im Allgemeinen diejenigen Cokes sich für den Giessereibetrieb empfehlen, welche zur Locomotivenheizung hinreichend qualificirt sind, also alle Cokes von schwachbackenden und sinternden Kohlen, unter hohem Druck möglichst rasch verkohlt und von jedem Aschengehalt frei, oder durch Aufbereiten der Kohlen davon befreit. Auf diese Cokes passen die weiter oben als normal mitgetheilten Kennzeichen ziemlich genau.

3) Ueber die Anwendung der Braunkohlen und des Torfes bei dem Giessereibetrieb.

§. 16. Ausser den in den vorigen §§. erwähnten Brennstoffen: Holz, Steinkohlen, Holzkohlen und Cokes, die bei dem Betriebe einer Giesserei zur Verwendung kommen, bietet die Natur noch einige andere Stoffe dar, welche unter Umständen vortheilhaft angewandt und verbraucht werden können.

Dieses sind die beiden andern Hauptklassen fossiler Brennstoffe, die Braunkohlen und der Torf. Obwohl dieselben stellenweise so häufig auftreten, dass sie alsdann in der Industrie die Steinkohlen und das Holz vertreten dürften, so ist es doch nicht gelungen, sie ohne Weiteres den beiden zuletzt genannten, so wie deren Destillationsrückständen (Cokes und Holzkohle) in allen Fällen zu substituiren.

---

*) Im II. Band sind eine Reihe von Resultaten und Bestimmungen über die in der Giesserei brauchbaren Brennstoffe der Betrachtung des Schmelzprozesses vorangestellt.

Digitized by Google

Am besten bewährten sie sich da, wo man ein Flammenfeuer brauchte, weil hierbei der oft sehr bedeutende Aschengehalt nicht zur Wirkung kam. Wegen der geringeren Heizkraft beschränkte sich indessen auch hier ihre Anwendbarkeit nur auf wenige Fälle in der Metallurgie und man war gezwungen, sowohl den Ofenbau, als auch die Leitung des Betriebes abzuändern.

Zum Zweck besserer Ausnutzung versuchte man, wie bei Holz- oder Steinkohlen, eine Verkohlung anzuwenden; dieselbe lieferte aber der Magerkeit des Materials wegen meist ungenügende Resultate. Die Produkte waren zerreiblich und dadurch von geringem Effekt für den Schlachtofenbetrieb, für den sie hauptsächlich gewonnen werden sollten.

Nur bituminösere Torf- und Braunkohlensorten gaben Cokes oder Kohlen von einiger Haltbarkeit; da diese Sorten indess zu den seltneren gehören, so gab man die Fabrikation dieser Cokes auf und versuchte auf anderem Wege eine Reinigung und Verdichtung des Brennstoffes zu erzielen.

Man comprimirte den rohen Brennstoff theils in ganzem, theils in zerkleinertem Zustand, man mischte bituminösere Stoffe darunter, wandte Wärme dabei an und erzielte allerdings compakte Stücke, deren Heizkraft grösser war, als die der rohen Brennstoffe, die aber auch um Vieles theurer ausgefallen waren. Zum Hüttenbetriebe waren sie nur in einzelnen Fällen anwendbar, wo sie wegen mangelnder Communikation oder aus anderen lokalen Gründen billiger zu stehen kamen, als Steinkohlen oder Cokes.

Für den Torf wurde namentlich eine Menge Verfahren patentirt, welche das Ziel verfolgten, denselben dichter, reiner und leistungsfähiger zu machen. Hier brauchen nur die Namen Challeton und Exter erwähnt zu werden, welche zur Zeit der ersten Pariser Ausstellung 1855 mit ihren Produkten concurrirten. Für den Eisenbahnbetrieb sind letztere von Interesse, für den Hüttenbetrieb nicht.

§. 17. Ein direkter Zusatz von Torf- resp. Braun-

Digitized by Google

kohlen zu anderem mineralischen oder vegetabilen Brennmaterial ist häufig versucht worden, doch nicht mit hinlänglichem Erfolg, um zur Fortführung eines solchen gemischten Betriebes zu ermuntern.

In Oberschlesien wurde zum Beispiel bereits vor 12—15 Jahren auf der dem Grafen von Frankenberg-Tillowitz gehörigen Hochofenanlage Theresienhütte bei Falkenberg versucht, Torf von ausgewählter Beschaffenheit zum Hochofenbetriebe zu verwenden. Ein entschiedener Erfolg war nicht erzielt worden und deswegen gab man die Sache auf und fuhr fort, mit Holzkohlen zu arbeiten.

Ein zweites Beispiel für Torfverarbeitung liefert die Tangerhütte bei Vaethen, welche (nach der Preuss. Zeitschr. III., 4. Heft, S. 179) in den Jahren 1853—54 Versuche mit Torfcokes ausgeführt hat; bei Lüneburger Torf waren die Resultate befriedigend, bei Vaethener Torf dagegen nicht. Welches die Motive zur Anwendung von Torf gewesen sein müssen, erhellt daraus, dass die Tangerhütte ihre Holzkohlen aus der Provinz Posen bezog.

Zu dem Schachtofenbetrieb scheint nach den bis jetzt bekannt gewordenen Versuchen, von denen die zwei vorstehenden hier allein aufgeführt wurden, der Torf sowohl, als auch die Braunkohle nicht brauchbar zu sein; bei dem Cupolofenbetrieb speciell muss aber des bedeutenden Aschengehaltes wegen ganz davon abgesehen werden.

Die einzige Verwendung dürfte nach dem Gesagten bei dem Flammofenbetriebe möglich sein und selbst hier nur in beschränktem Maasse, weil die inneren Raumverhältnisse eines Flammofens zum Umschmelzen von Giessereiroheisen ganz andere und grössere sind, als die der Puddel- und Schweissöfen, welche bereits mit Torf- und Braunkohlen betrieben werden.

Da es auch beim Flammofenbetrieb auf eine rasche Schmelzung ankommt, wenn die Qualität des Roheisens möglichst wenig verändert werden soll, so ist die Construktion des Ofens von der Beschaffenheit des Brennstoffes abhängig und man kann bei schwachfeuernden

Digitized by Google

Materialien, wie Torf und Braunkohlen, das Ofeninnere nur so gross machen, als es die Eigenthümlichkeit der beiden Brennstoffe gestattet, d. h. so, dass der ganze Ofenraum wirklich die Flamme noch comprimirt und dadurch geheizt wird.

Bei dem Giessereiflammofen braucht man aber, wie später nachgewiesen werden soll, einen grossen Arbeits- und Schmelzraum, um das einzuschmelzende Eisen aufbauen und einschichten zu können, und erhält dadurch einen ungewöhnlichen Ofenquerschnitt, den die Flamme ganz erfüllen muss.

Die Construktion eines Giessereiflammofens von guter Wirkung für Braunkohlen und Torf wird daher stets mit grossen Schwierigkeiten verknüpft und doch schliesslich nur für kleinere Einsätze möglich sein, die nicht viel Platz in Anspruch nehmen.

Dadurch aber wächst der Abbrand und die Arbeitslöhne vertheilen sich auf den kleineren Einsatz in ungewöhnlicher Weise, so dass die Vortheile eines billigeren Brennstoffes illusorisch werden können.

4) Von der Anwendung von Gasen im Giessereibetrieb. Steinkohlengasöfen von Eck. Neuere Gasöfen mit Regenerativsystem.

§. 18. Die neuere Technik bietet indessen Mittel und Wege, auch solche Brennstoffe, wie die ebenerwähnten, für gewisse Zwecke der Metallurgie brauchbar zu machen, welche eine bedeutende Wärmeentwickelung verlangen.

Indem man aus den werthlosen Brennstoffen in besonderen Apparaten mit Hilfe von künstlichem Luftzug, von Gebläsen, eine Menge von Gasen entwickelte und diese brennbaren Produkte dann, mit Luft gemischt, in dem eigentlichen Ofenraum verbrannte, gelang es, Temperaturen hervorzubringen, die bis dahin nur mit dem besten und dichtesten Brennmaterial ermöglicht worden waren.

Diese Gasschmelzöfen besitzen ausser dem eigentlichen Schmelzofen einen sogenannten Generator, in welchem der Brennstoff verbrannt wird. Die

Digitized by Google

hier erzeugten Verbrennungsprodukte, aus Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Kohlensäure, Wasser und dem Stickstoff der Luft bestehend, gelangen vermittelst luftdichter Leitungen in den Flammofen, wo sie mit Hülfe eines zweiten Luftstromes verbrennen.

Da bei diesem Arrangement eine beliebig grosse Menge Brennstoff pro Zeiteinheit verbrannt und eine eben so variable Menge Eisen geschmolzen, gepuddelt oder geschweisst werden kann, so ist es möglich, vermittelst hinreichend geräumiger Generatoren aus den schlechtesten Brennstoffen die zu jedem metallurgischen Prozess pro Zeiteinheit nothwendige Wärmemenge in Form brennbarer Gase zu liefern. In einem und demselben Apparat, welcher immer ein in gewissen Grenzen bestimmtes räumliches Verhältniss seiner einzelnen Theile voraussetzt, wäre dieses nicht möglich, da ein übermässig grosser Verbrennungsraum zu einem sehr kleinen Schmelzraum sich gesellen müsste, um alsdann den gewünschten Effekt hervorzubringen. Bei Generatoröfen sind beide Theile, Generator und Ofen, in constructiver Beziehung vollkommen unabhängig — man geht dabei so weit, dass man mehrere Oefen aus einem Generator speist, um den Betrieb und die Aufsicht zu vereinfachen.

§. 19. Ein bekannter Apparat der Art, wo indess Ofen und Generator vereinigt sind, ist der mit Rücksicht auf die Kleinkohlenverwerthung auf Königshütte construirte Flammofen von Eck.

Dieser Apparat war ursprünglich zum Feinen des Roheisens bestimmt, lässt sich aber auch bei geändertem Mischungsverhältniss von Gas und Luft zum Umschmelzen des Roheisens und zum Giessereibetrieb verwerthen. Dazu sind allerdings einige geringe Abänderungen nothwendig, ohne welche man nur Hartguss oder Walzen von grösserem Kaliber daraus giessen kann.

Der Verfasser hatte selbst Gelegenheit, auf der Königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz einen solchen Feinofen zu grobem Guss zu verwenden. Der Ofen hatte eine schlechte Lage und war auch fehlerhaft zugestellt;

Digitized by Google

trotzdem gelang es doch, gutes halbirtes Eisen zum Walzenguss darin darzustellen und reine Güsse zu erzielen. Es war derselbe Ofen, aus welchem Brandt im Jahre 1846/47 bereits Hartgussartikel darstellte (vgl. seine Arbeit in Karsten's Archiv XXI., Heft 2, S. 47).

In Königshütte werden die meisten der auf dem Werke selbst erzeugten Walzen aus einem Eck'schen Ofen ausgestochen und verhalten sich beim Abdrehen ziemlich gut, wenn auf die Anfertigung der Form die nothwendige Sorgfalt verwendet wurde.

Die älteste und beste Beschreibung des Eck'schen Ofens, der als Typus einer Reihe von Heizapparaten stets von Wichtigkeit bleiben wird, findet sich (ebenfalls im Karsten'schen Archiv XX., S. 475) in einem Aufsatz des Erfinders selbst, worin gleichzeitig die wissenschaftlichen Grundlagen seiner Construktion klar und überzeugend dargelegt werden.

Es ist von Interesse, zu erwähnen, dass neuerdings das englische Mechanics Magazine aus einem älteren Reisebericht eines dortigen Ingenieurs sowohl Abbildung als auch Beschreibung des Eck'schen Ofens gebracht hat, und dass ferner das Mining Journal, gelegentlich der aufsteigenden Sorgen wegen des Erschöpfens der englischen Kohlenlagerstätten, auf das Verwerthen der Kleinkohlen wiederholt zurückkommt und dabei den Eck'schen Ofen, also einen vor fast 30 Jahren von einem Deutschen erfundenen Apparat in Erinnerung bringt.

§. 20. Ein anderer Apparat, der auf der Erzeugung von gekohlten Gasen und deren Verbrennung mittelst Gebläseluft beruht, ist der neuerdings zum Stahl- und Glasschmelzen sowie zu vielen anderen Arbeiten angewandte Siemens'sche Ofen, welcher aus 3 Theilen, dem Gasgenerator, dem Regenerator und dem eigentlichen Ofenraum besteht und sich dadurch vortheilhaft vor den bisherigen Systemen von Gasöfen auszeichnet, dass die im Generator erzielten und durch eine hohe Kohlensäule zu niederen Oxydationsstufen reducirten Gase in einen Raum gelangen,

Digitized by Google

in welchem sie sehr stark erhitzt werden, ehe sie verbrennen. Durch sinnreiche Ventilcombinationen ist es möglich, den einen Regenerator eines Ofens mittelst der abziehenden Hitze zu heizen, bis der andere Regenerator durch den zum Ofen ziehenden Gasstrom abgekühlt ist, dann die Direktion zu wechseln und denselben Gasstrom über den ersten Regenerator in den Ofen zu führen und die Abhitze durch den zweiten, bis wiederum eine Abkühlung des ersteren stattgefunden hat und das Spiel von Neuem beginnt.

Da dieser Apparat ziemlich kostspielig ist, so wurde er bis jetzt nur zur Erzielung sehr hoher Temperaturen bei einzelnen mit Gefässöfen arbeitenden Industrieen benutzt und ausser zur Gussstahlfabrikation in Tiegeln auch u. A. zur Glasdarstellung, Zinkreduktion etc. angewendet.

Es ist aber nicht mehr daran zu zweifeln, dass das Regeneratorenprinzip bei den Gussflammöfen sich eben so gut anwenden lässt, als bei den Gefässöfen der Stahlwerke und dass mit geringeren Brennstoffen in den Siemens'schen Oefen, wenn auch keine Stahlschmelz-, doch Gusseisenschmelzhitzen sich hervorbringen lassen.

Die Construktion der Siemens'schen Oefen lässt sich, was Generator und Ofen anbetrifft, recht gut jedem Brennstoff und jeder beabsichtigten Leistung anpassen; der Regenerator dagegen, den man gewissermaassen als Theil der Gasleitung ansehen kann, braucht nicht verändert zu werden und auch die allgemeine Disposition erleidet nur die mit der Anlage eines Flammofens unzertrennlichen rein construktiven Aenderungen. Die Höhe des Apparats, die ihn für Tiegelöfen etwas unbequem macht, erleichtert bei Giessereien das Abstechen langer oder hoher Gegenstände.

Einen wesentlichen Vortheil bietet der Siemens'sche Ofen auch noch durch seine rasche und energische Erwärmung. Die Zeit des Einschmelzens würde bedeutend vermindert und das Einsetzen grosser und unregelmässiger Stücke nicht von dem Abbrand und der Qualitätsverschlechterung begleitet sein, wie in

Digitized by Google

einem gewöhnlichen Steinkohlenflammofen, welcher noch dazu mit den bestflammenden Stückkohlen geheizt sein muss, die das 4—6fache von dem kosten, was man für die Brennmaterialien bei Siemens'schen Oefen zahlen würde.

Ueber die construktiven Schwierigkeiten wird bei der Beschreibung der eigentlichen Schmelzapparate Näheres berichtet werden.

5) Von der Anwendung flüssiger Brennstoffe beim Giessereibetrieb.

§. 21. An. die Anwendung gasförmiger Brennstoffe aus Generatoren (die gasförmigen Produkte der Hochöfen werden selten zu Giessereizwecken verwerthet) schliesst sich eine kurze Betrachtung eines neuerdings auftretenden Naturproduktes an, das bisher lediglich als Leuchtstoff verwandt, in der neuesten Zeit auch berufen worden ist, als Brennstoff zu fungiren.

Das Petroleum oder das gewöhnliche Mineralöl, wie es seit einigen Jahren in Pennsylvanien und a. a. O. Nordamerikas, im südlichen Russland u. s. w. gewonnen wird, zeigt sich in seinem natürlichen Vorkommen von solcher Ausgiebigkeit, dass man gleichzeitig in Nordamerika und in England daran denkt, es als Ersatz für die Steinkohlen, namentlich bei der Heizung von Dampfkesseln auf Schiffen zu verwenden.

Zwei Punkte sind es, von denen ausgegangen wird, um die ökonomische Seite der Frage möglichst vortheilhaft hinzustellen,

einmal die jetzt alle industriellen Kreise Englands beherrschende Furcht vor einem Erschöpfen der Kohlenlagerstätten,

dann die relativ grössere Leistung des Petroleums, welches nach den ersten englischen Versuchen das 4fache, nach den neueren amerikanischen Proben im Grossen das $2—2^1/_2$fache von dem Effekt der Steinkohlen bei gleichem Gewicht gezeigt hat.

Die Hauptschwierigkeit bei der Anwendung des liquid fuel ist die Einführung desselben in den Ver-

Digitized by Google

brennungsraum, welche der Gefährlichkeit wegen nicht in flüssigem Zustande geschehen dürfte.

Man wählte die Dampfform und benutzte den vorhandenen Dampfkessel, um das tropfenweise zugeführte Petroleum durch einen starken Dampfstrahl zu verflüchtigen und über einen mit Kohlen leicht überschütteten Rost zu führen. Eine Reihe solcher Dampfstrahlen neben einander, auf deren Behälter die mit Doppelhahn versehenen Reservoirs mit Petroleum sitzen und allmählig ausfliessen, macht eine Feuerungsanlage aus und kann für jeden beliebigen Flammofenherd hergestellt werden.

Es fragt sich, ob da, wo Gebläse bereits vorhanden sind, es nicht besser ist, anstatt des Dampfes erhitzte Luft zum Verflüchtigen und Verbrennen des Petroleums anzuwenden. Versuche, welche Mackenzie mit dem Einblasen von Petroleum-Dampf in einem Cupolofen angestellt hat, haben keine recht vortheilhaften Resultate gegeben.

Auch ist zu erwägen, ob sich die Einrichtung für metallurgische Zwecke nicht einfach dadurch herstellen liesse, dass man in besonderen Generatoren Petroleumgas fabricirt und dieses eben so wie andere Gase verwendet.

Die Gas- und Petroleumfeuerungen sind jedenfalls bestimmt, in der künftigen Metallurgie eine hervorragende Rolle zu spielen und sind deshalb auch von dem Giessereitechniker ins Auge gefasst worden.

C. Formmaterialien.

Einleitende Bemerkungen. — Feststellung des Begriffs und der nothwendigsten Eigenschaften eines Formmaterials.

§. 1. Unter Formmaterialien werden hier alle Substanzen verstanden, welche geeignet sind, die Formen für den Eisenguss zu bilden, deren Eigenschaften sie also fähig machen:

Digitized by Google

1) in die beliebige Form leicht gebracht zu werden, welche bekanntlich durch das Modell des zu giessenden Gegenstandes bestimmt und vorgeschrieben wird;
2) dem Druck und der expandirenden Gewalt des in die fertige Form rinnenden Eisens so zu widerstehen, dass diese Form nicht verändert werde;
3) durch die Temperatur, bei welcher das Giessen des Eisens geschehen muss, **gar nicht** oder nicht **eher** in ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit alterirt zu werden, als bis der Guss fest geworden ist.

Anders ausgedrückt muss ein Formmaterial
1) plastisch,
2) fest,
3) strengflüssig und nicht zersetzbar sein,

alles Dieses nicht absolut, sondern in steter Beziehung zu den Bedingungen des Gusses ausgesprochen.

Ausser diesen allgemeinen Bedingungen, welche von vornherein eine engere Grenze ziehen, gelten für einzelne Branchen des Eisengusses noch besondere Anforderungen, denen das anzuwendende Formmaterial jedenfalls genügen muss, wenn es dem Gelingen des Gusses nicht hinderlich entgegentreten soll.

Wie in der Einleitung bereits hervorgehoben wurde, formt man die Gegenstände des Eisengusses meist so ab, dass die Form nur zu einem Gusse dient und dabei zerstört wird, nachdem das Modell erkaltet ist.

Nur in einzelnen Fällen gebraucht man Formen von längerer Dauer, in welchen mehrfache Güsse nach einander ausgeführt werden können; es sind das aber nur Ausnahmen und man bezweckt dabei auch, eine Wirkung von Seiten des Formmaterials auf das erstarrende Eisen ausüben zu lassen.

§. 2. Den oben allgemein ausgedrückten Anforderungen entsprechen die meisten derjenigen geologischen Formationen, welche zwischen dem Begriff des

Digitized by Google

Lehms und dem des gewöhnlichen Sandes mitten inne liegen — also alle Classen fetter und magerer Sande und die schlechteren Lehmarten. — Doch sind dieselben selten in dem Zustande unmittelbar zu verwerthen, in welchem sie die Natur liefert, da die geforderten Eigenschaften nie einander so entsprechen, wie es zur Förmerei nothwendig ist.

Um das nothwendige Verhältniss derselben zu einander feststellen zu können, ist es geboten, auf den allgemeinen Verlauf eines Gusses zurückzugehen und den Wechsel zu beachten, der sich in den Eigenschaften des Gussmaterials beim Schmelzen und Erstarren vollzieht.

Das Roheisen, wie es zum Guss in der Regel verwendet wird, ist grau, graphitreich und besitzt den höchsten Schmelzpunkt aller Roheisensorten.

Ausserdem erfordert der Zweck des Gusses eine Ueberhitzung des Eisens, um stets eine hinreichende Graphitausscheidung zu haben.

Das Roheisen erhält also eine Temperatur, welche die Erzeugungstemperatur im Hochofen, d. h. 1970° bis 2000° (nach v. Mayrhofer a. a. O. S. 386 u. 387) um einige 100 Grade übertrifft und wird zu kleineren Gusswaaren, z. B. Potterie- und kleineren Maschinenstücken, namentlich aber Verzierungen, in derselben Hitze vergossen.

Das Formmaterial muss also ein so heisses Gussmaterial aufnehmen und eine solche Temperatur ohne wesentliche Veränderung des Aggregatzustandes und der chemischen Natur aushalten können.

Ausserdem muss das Material der Form so fest sein, dass es durch den flüssigen Druck, d. h. den allseitig wirkenden, nicht in der Cohärenz verändert und auch nicht zerdrückt wird. Unförmlichkeiten des Gussstückes würden hiervon wohl die nächste Folge sein.

Der blosse Druck des flüssigen Metalls wird noch vermehrt durch die in dem Abschnitt A. §. 72 erläuterte Expansion des erstarrenden Roheisens (durch die Graphitabsonderung verursacht), durch das, was die Förmer und Giesser das Treiben nennen und

Digitized by Google

welches eine weit stärkere Kraft entwickelt, als der Flüssigkeitsdruck vor dem Erstarren.

Diesen Einwirkungen gegenüber, dem Druck und dem Treiben, muss das Formmaterial eine hinreichende Cohärenz besitzen. Die Hitze des Gusses muss indessen der Form noch andere Eigenschaften entgegensetzen, von denen zwei: die Unschmelzbarkeit und die Nichtzersetzbarkeit, bereits erwähnt wurden. Ausserdem ist nothwendig, dass die durch die Temperatur des Gusses in dem Formmaterial stets vollzogene Metamorphose so verlaufe, dass die Qualität des Gusses nicht beeinträchtigt werde. Dieses ist das Entweichen der Luft und der sich bildenden Wasserdämpfe und Gase sowohl aus dem Hohlraum der Form, als auch aus der Masse der Form selbst, sobald dieselbe aus erdigen Bestandtheilen, also Sand und Thon, zusammengesetzt ist.

Bei unzerstörbaren Formen (aus Gusseisen) fallen die letzteren Rücksichten natürlicherweisse ganz fort und man hat bei der Construktion derselben nur die Druck- und Expansionswiderstände in Erwägung zu ziehen.

§. 3. Nachdem der Guss erkaltet ist, muss sich das Material der Form leicht entfernen und ablösen lassen, so dass die Oberfläche des angefertigten Gegenstandes rein und ohne Fehler erscheint.

Das Formmaterial darf also auch nicht an dem Guss adhäriren und festbacken; dergleichen Fehler sind schwer zu beseitigen und die Qualität des Gusses selbst leidet darunter in merklicher Weise.

Diese Adhäsion ist an sich nichts weiter als eine partielle Schmelzung der nächsten Schichten in der Formmasse und wird meistens durch eine fehlerhafte Behandlung der Innenflächen einer Form vor dem Guss hervorgerufen.

Bei leicht schmelzbarem Material von sonst guten Eigenschaften handelt es sich also nur darum, einen Ueberzug für die Innenfläche der Form zu finden, der hinreichend widerstandsfähig ist, um das Anschmelzen zu hindern, während die Erstarrung eintritt. Ist diese

Digitized by Google

erst vorhanden und hat sich eine Gusshaut gebildet, so braucht man kein Anbacken des Formmaterials an die Oberflächen des Gusses zu befürchten.

Hierbei kommt es natürlich auch auf die Masse des Gusses, d. h. seinen cubischen Inhalt und dessen Verhältniss zur Masse der Form selbst an. Dieses Verhältniss ist von grosser Wichtigkeit, da es die Wahl des Materials der Form und die Anordnung des Gusses bestimmt. Dieses wird klar, wenn man bedenkt, dass man die Form ihrer Masse nach nicht so wachsen lassen kann, wie das Gussstück wächst. Das Massenverhältniss, welches bei einem kleinen Gegenstand, z. B. einer Thürdrückerscheibe, ein Vorwiegen der Formmasse gegen die Masse des Gussstückes zeigt, ändert sich bei einem grossen Gegenstande, z. B. einer 2—500 Ctr. schweren Dampfhammerchabotte, wobei eine sehr widerstandsfähige Form von relativ geringer Schwere dargestellt werden muss.

Setzt man bei der Thürdrückscheibe, wo 8 Stck. in einem Kasten geformt werden können, das Gewichtsverhältniss des Gusses zum vollgestampften 2 theiligen Kasten auf das 25—30fache, so müsste unter gleichen Voraussetzungen die Chabotte von 200 Ctr. eine Form von 5000—6000 Ctr. Gewicht erhalten, während in Wirklichkeit die ganze Form ca. 100 Ctr. wiegen dürfte.

Im letzteren Falle ist mithin die Wirkung der eingegossenen Eisenmasse eine wesentlich andere, als im ersten Falle. Das Formmaterial wird mehr angegriffen werden und man muss weit mehr als im zweiten Falle Bedacht nehmen, die Innenflächen der Form durch einen passenden Ueberzug zu schützen.

§. 4. In den beiden vorhergehenden Paragraphen sind die Anforderungen zusammengestellt und durch den angedeuteten Verlauf eines Gusses begründet, welche von Seiten der Giessereitechniker oder der Formmaterialien im Allgemeinen gestellt werden. Diese Anforderungen modificiren sich nun in jedem besondern Fall der Praxis sehr bedeutend und gewähren dadurch die Möglichkeit, fast alle in der Natur vorkommen-

Digitized by Google

den Formmaterialien in der besten Weise zu verwenden. Dass diese Möglichkeit nicht immer ausgenutzt wird, dass an ein Formmaterial alle Ansprüche gerichtet werden, oder dass bei Vorhandensein mehrerer Gattungen solcher Rohstoffe keine richtige Eintheilung derselben stattfindet — liegt in der noch nicht allseitig durchgeführten genauen Prüfung der Formmassen.

Die Nothwendigkeit, einen grossen Theil der günstigen Resultate einer Giesserei durch Beachtung aller auf die Formmaterialien gerichteten Umstände hervorrufen und im geschehenen Falle erklären zu müssen, ist zwar ziemlich allgemein anerkannt und auch da wirklich befolgt, wo es die Gunst der Verhältnisse erleichterte. Viele Anstalten aber, deren Produktionszwecke augenblicklich beschränkte und einseitige sind, würden an Ausdehnung und Rentabilität gewinnen, wenn sie auf ihre Formmaterialien genügende Aufmerksamkeit, Mühe und Opfer verwenden wollten.

Auch auf diesem Felde sind die ersten Schritte durch ökonomische Rücksichten geboten worden; grössere Fabrikationspunkte, denen ein gutes und billiges Rohmaterial zur Herstellung der Formen mangelte, die aber eine geringere Qualität sich billig zu verschaffen im Stande waren, versuchten dieselbe zu verbessern und für alle ihre Zwecke brauchbar zu machen.

Durch Verbesserung der natürlichen Formmassen gelangte die Industrie nach und nach bis zur künstlichen Darstellung solcher Formmassen, die jetzt z. B. in der Gegend von Paris betrieben wird. Die Seltenheit des Gelingens solcher Versuche liegt wahrscheinlich darin, dass dieselben in rein empirischer Weise angestellt worden, weil es vor allem an einer gründlichen Kenntniss der natürlichen normalen Formsande noch mangelte und namentlich eine Zerlegung derselben in ihre Hauptgemischtheile noch nicht ausgeführt worden war. Den Versuchen einer künstlichen Herstellung oder selbst einer blossen Verbesserung der Formsande muss aber gründliches Studium der besten natürlichen Formmaterialien voraufgehen.

Digitized by Google

In den nachstehenden Betrachtungen ist zuerst eine Reihe von Erfahrungen, Anschauungen über den Formsand, dann über die Masse und den Lehm, endlich eine Uebersicht der sonst noch als Formmaterial anwendbaren Stoffe gegeben.

Abtheilung a. *Besprechung verschiedener Arbeiten über Formsande.*

1) Arbeiten von Reinhardt.

§. 5. Bereits im Jahrg. 1862 d. Berg- u. h. Ztg. S. 4 hat Verf. in seinem ausführlichen Aufsatz über die Eisengiessereien von Berlin auf die ausgezeichneten Arbeiten von Reinhardt aufmerksam gemacht und damals die Hoffnung ausgesprochen, dass die Veröffentlichung der interessanten Ergebnisse jener Untersuchungen bald stattfinden möchte. Da seit dieser Zeit aber weder die Veröffentlichung jener Arbeiten eingetreten, noch auch irgend eine andere gewissenhafte Untersuchung der Formsande stattgefunden hat, so erscheint es nothwendig, auf die Reinhardt'schen Arbeiten nochmals zurückzugehen, dieses Mal mit mehr Ausführlichkeit, als die Rücksicht auf den Zweck der Abhandlung dem Verf. damals gestattete.

Reinhardt erwähnt Eingangs seiner Arbeiten der allgemeinen Bedingungen, welche jedes Formmaterial für Eisenguss zu erfüllen habe und welche bereits in den §§. 1 und 3 der vorstehenden Arbeit noch bestimmter und in mehr direkter Beziehung zum Giessereibetriebe hingestellt worden sind. Da aber Reinhardt später die ermittelten Eigenschaften der Formsande auf jene Anforderungen bezieht, sind diese nochmals zu erwähnen. Es wird von einem Formmaterial verlangt:

1) Plasticität und hinreichende Haltbarkeit, **Stehen.**
2) Porosität, um die Dämpfe und Gase der Form zu entlassen.
3) Abwesenheit dampf- oder gasbildender Stoffe.

Digitized by Google

4) Unschmelzbarkeit in gewissem Grade.

Diese Bedingungen werden erfüllt

ad 1) wenn die Masse einen gewissen Grad von Cohäsion, bei bedeutender Schmiegsamkeit und Beweglichkeit der einzelnen Theilchen an- und umeinander besitzt.

ad 2) wenn die Porosität durch die nachher zu ermittelnde Gestalt der einzelnen Sandkörner hervorgerufen und bewahrt wird.

ad 3) wenn keine durch Hitze sich entwickelnden oder zersetzenden Stoffe dem Sande beigemengt sind, worunter u. A. chemisch gebundenes Wasser, bituminöse u. a. organische Substanzen, kohlensaure Salze aller Art etc. gehören.

ad 4) wenn der Sand keine schmelzbaren Silikate, kein Eisenoxyd (wenigstens nicht über 3 bis 4 Proc.), keinen Kalk (weder als Carbonat noch als Silikat), noch weniger Kalkmergel enthält.

Zu den unter 1) genannten Eigenschaften bemerkt Reinhardt noch, dass man lockeren Sanden die zur Plasticität nothwendige Cohäsion durch Beimengen bindender Stoffe, z. B. Wasser, Steinkohlenstaub, Lehmstaub etc. geben könne; bei 2) wird besonders angeführt, dass bei festen und dauerhaften Formen (vgl. §. 3 dieses Abschnittes) der Solidität wegen von der Lockerheit der Sandmassen kein Gebrauch zu machen sei und dass in dem Falle die Ableitung der Gase durch besonders herzustellende künstliche Wege erfolgen müsse.

§. 6. Nach physikalischen Kennzeichen classificirt Reinhardt die Sande überhaupt folgendermaassen:

I. Gleichartige Sande mit gleichem Korn.

II. Aehnlichartige Sande mit ungleich grossem, aber gleichgestaltetem Korn.

III. Ungleichartige Sande, mit ungleichgrossem und ungleichgestaltetem Korn.

Wir begegnen hierbei zweien Begriffen, deren Modificationen die Charakteristik der obigen Classen bestimmen:

Digitized by Google

Die Korngrösse und die Korngestalt, letztere zum ersten Mal, sind von Reinhardt in gleiche Beachtung gezogen worden, um diese Classification zu begründen. Eine andere Eintheilung entsteht, wenn man die Form der Körner zum Ausgangspunkte nimmt und man erhält alsdann 3 Gruppen:

A) die der körnigen Sande,
B) die der blättrigen Sande,
C) die der splittrigen Sande.

Dadurch, dass beide Classificationen combinirt werden, bilden sich die folgenden bestimmteren Abtheilungen, deren Beispiele meistens aus der an Sand bekanntlich sehr reichen Mark Brandenburg genommen worden sind, woselbst sich aber auch ein grosser Reichthum verschiedener Varietäten vorfindet, den andere Gegenden nicht aufweisen können.

§. 7. Reinhardt unterscheidet folgende Abarten:

1) Körnige Sande von gleichem Kaliber; meistens Erosionsprodukte und durch mehrfache Schlämmprozesse in gleiche Korngrössen separirt. Sie erscheinen in verschiedenen geologischen Perioden und bilden selten Lager von deutlicher Schichtung. Dazu gehören:

a) gröbere körnige Sande, von 0,8 Mm. und mehr Korngrösse, bei eckigen Gestalten der Körner bilden sie den scharfen Mauersand, den gesuchten Zusatz des Kalkes bei der Mörtelbildung. Diese Sande finden sich in mächtigen Lagern ohne jede Schichtung und sind Resultate natürlicher Schlämmprozesse.

Sie bestehen theils aus reinem weissen Quarz, theils aus einem Gemisch von Feldspath und Quarz; im ersteren Falle bilden sie den Kohlensand aus dem Liegenden der märkischen Braunkohlenformation; im zweiten Falle erscheinen sie als nordische Diluvialsande, als Dünensande und auch als grobe Wüstensande (in Sibirien z. B.).

Digitized by Google

Eisenoxyd verkittet den gröberen körnigen Sand häufig zu grobkörnigen Sandsteinen; als loser Sand ist das Material vollkommen unplastisch und kann nur dann zum Giessereibetrieb verwandt werden, wenn fette Massen mager gemacht werden sollen; jedoch beschränkt sich diese Verwendung nur auf die Herstellung solcher Formen, welche vor dem Gusse einem Brennen ausgesetzt werden.

b) Feinere körnige Sande, von 0,15—0,3 Mm. Korngrösse; hierher gehören: der sogenannte Streusand der Giessereien und der Flugsand gewisser Landstriche.

Diese Sande sind wenig scharf und als reine Quarze nicht bekannt, auch fehlen sie im Braunkohlengebirge der Mark. Mit deutlich erkennbarer Feldspathmischung begleiten sie die Diluvialthone bei Rüdersdorf; im älteren Alluvium decken sie die wüsten Striche bei Charlottenburg, Spandau auf dem Plateau südlich der Spree und sind mit Moos, Flechten und dürrem Grase dürftig bewachsen.

Bei frischer Förderung durch den Feuchtigkeitsgrad der tieferen Erdschichten bündig erscheinend, lösen sie sich in der freien Luft in vollkommen bewegliche lose Massen auf und sind als Formsande nicht brauchbarer als die grobkörnigen Sande, ja ihre geringere Korngrösse macht sie auch als Zusatz zu fetteren Massen nicht verwendbar und lediglich als Streusand kann ein Theil dieser ungeheuren Sandmassen in der Giesserei Eingang finden.

c) Feine körnige Sande, von 0,1 Mm., ballen mit Wasser, doch die Ballen zerdrücken sich sehr leicht. Man kann diese Sande gewissermassen als die magersten Formsande ansprechen; sie erscheinen wie feine Streusande und sind ohne Feldspathbeimischung nicht bekannt. Sie finden sich im Diluvium über den Braunkohlen der Mark und treten auch hier und da im Alluvium der Umgegend von Berlin auf.

Digitized by Google

Mit Eisenoxyd und Kieselsäure verkittet, bilden diese Sande viele Sandsteine, die, gemahlen, sich als Formmaterial verwerthen lassen und vermöge ihrer Kittbestandtheile mehr Bündigkeit besitzen, als die lose vorkommenden Sandmassen.

d) Feinste körnige Sande finden sich nicht unvermischt, da sie bei dem langsameren, ihrer Korngrösse entsprechenden Absatz aus dem Wasser mit anderen Stoffen niederfielen. Hierher gehören der Löss oder kalkige Thonsand des Rheinthals, ferner ein grosser Theil der mit Thon wieder aufgeschlämmten sogenannten regenerirten Sande; der Lössmergel von Freienwalde a/O. zeigte 0,005—0,01 Mm. Korngrösse und kann als Beispiel für die übrigen Glieder der Gattung gelten.

Diese Sande können ebenfalls Sandsteine bilden und sind plastisch, wenn sie feucht sind; sie erscheinen staubig und pulverig, sobald sie trocken sind und die Korngrösse über 0,005 Mm. ist; feinere Kaliber binden auch in troknem Zustande. Nichtsdestoweniger sind sie zu Giessereizwecken wenig brauchbar, da die Porosität der Sande zu gering ist, um die Gase des Gusses durchzulassen und ein hinreichend festes Aufstampfen zu gestatten.

Fasst man die gesammten Arten der körnigen Sande zusammen, so findet man, dass sie im feuchten Zustande plastisch werden und das um so mehr, je feiner sie sind. — Im feinsten Staubzustande schmieren sie leicht, d. h. die Cohäsion ist geringer, als die durch die Nässe bewirkte Adhäsion an fremde knetende Körper. Beim Trocknen verschwindet die Cohäsion um so mehr, je gröber der Sand ist, da die Körner sich nicht nähern können, um ohne Zwischenraum aneinander zu adhäriren. Was das Maass der Korngrösse anbetrifft, so bleibt 0,005 Mm. (des Einzelkorns) das Kennzeichen der äussersten Grenze für die Plasticität im trocknen Zustande.

Zu diesen Bemerkungen Reinhardt's ist aber zuzusetzen, dass gleichwohl der geringste Theil der Formsande aus der Classe der körnigen gleichmässigen

Digitized by Google

Sande stammt, weil die Cohäsion und die Porosität nicht in dem richtigen Verhältniss zu einander stehen.

Reinhardt unterscheidet weiter:

2) Die blättrigen Sande von gleichem Kaliber kommen nur als Seltenheit vor und finden sich als mehrere Zoll starke Zwischenlager in der Braunkohlenformation. Sie bestehen aus Glimmerblättchen, welche Reinhardt gemessen und ca. 0,2—0,5 Mm. lang und breit und 0,01 Mm. stark gefunden hat.

Blättrige Sande sind plastischer, als körnige von gleicher Grösse und Beschaffenheit; sie behalten auch nach dem Trocknen mehr Cohäsion, da ihre Flächen sich nähern und adhäriren können.

3) Die splittrigen Sande von gleichem Kaliber. Dieselben kommen nie ohne Beimischung vor — doch sind sie alle plastisch, weil das Gefüge, d. h. die Kornbeschaffenheit noch mehr als bei den blättrigen Sanden ein Zusammenhalten befördert. Die Feinheit erhöht allerdings auch hier die Plasticität, doch fand Reinhardt, dass schon bei 0,01 Mm. Länge des splittrigen Korns und 0,005 Mm. Dicke ein Binden im trocknen Zustande stattfindet.

§. 8. Die Sande von ungleichem Kaliber sind viel zahlreicher, als die von gleichem Kaliber. Man kann nach Reinhardt annehmen, dass nur bei dem groben gleichkörnigen Sand, wie er im vorigen §. unter 1, *a.* aufgeführt wurde, und bei den meisten älteren Sanden ein gleiches Kaliber häufiger gefunden wird. Bei 1, *b. c. d.* tritt ein meist gemischtes Kaliber auf und ist alsdann die Beschaffenheit des Sandes in verschiedener, namentlich auch in gewerblicher Beziehung eine andere, als sie im vor. §. gekennzeichnet worden ist. Auf die Verwendbarkeit des Sandes zur Förmerei übt die Ungleichförmigkeit des Kalibers einen ungleichen Einfluss aus.

Bei körnigem Sande stört sie, weil alsdann die kleineren Körner jede Adhäsion der grösseren unterbrechen und hindern, also als die Bestandtheile eines lösenden Staubes erscheinen; bei scharfem Sande mag indessen dieser von Reinhardt hervorgehobene Ein-

Digitized by Google

fluss der Ungleichförmigkeit körniger Sande weniger stark hervortreten, weil die scharfe eckige Form der einzelnen Körner ein besseres Ineinandergreifen und -schichten gestattet, als die rundliche Form der gewöhnlichen stumpfen Sande.

Dagegen ist im Allgemeinen zu bemerken, dass, wenn die kleinen Sandtheilchen so klein sind, dass sie die Zwischenräume der grösseren Stücke ausfüllen können, die Ungleichheit des Kornes weniger nachtheilig ist. Die kleineren Körner dürfen alsdann aber den Durchmesser von 0,005 Mm. nicht erreichen.

Bei blättrigem und bei splittrigem Sande ist die Ungleichheit der Korngrösse eher vortheilhaft als nachtheilig.

Der Charakter eines solchen Sandes, wie auch der eines aus verschieden geformten Bestandtheilen zusammengesetzten wird bestimmt durch den am stärksten hervortretenden Bestandtheil und dessen physikalischen Charakter.

Man unterscheidet hiernach:

1) vorherrschend körnige Sande,
2) vorherrschend blättrige Sande,
3) vorherrschend splittrige Sande und
4) Sande von gemischtem Charakter.

Für alle diese Sandarten giebt Reinhardt, wie nachstehend erläutert wird, bestimmte Beispiele an, die er genau untersucht und kennen gelernt hat.

§. 9. Unter die erste Abtheilung, die der vorherrschend körnigen Sande, gehören 3 nach der Korngröbe geordnete Gruppen von Materialien, welche alle Quarz und Glimmer, ausserdem auch Feldspath und thonige Staubmassen enthalten:

a) Sande von grobem Korn; Quarz, mit, auch ohne Feldspath, auch groben Glimmer enthaltend, finden sich an den Havelbergen und bei Wrietzen. Es sind meist regenerirte*) Sande, obgleich sie bei Wrietzen

*) Der Ausdruck regenerirter Sand ist den Schriften des um die Geognosie der norddeutschen Tiefebene verdienten von Benningsen-Förder entlehnt und bezeichnet ganz be-

Digitized by Google

dem Liegenden der Braunkohlenformation angehören. Sie sind alle im höchsten Grade unplastisch.

b) Sande von mittelgrobem Korn; hierzu gehören die Mehrzahl der regenerirten Sande, auch die des älteren und jüngeren Alluviums. Sie bestehen aus 0,1—0,2 Mm. grossen Körnern mit Glimmerblättchen und Quarzsplittern. Sie heissen auch Schluffsande, fühlen sich scharf an, sind aber wegen einzelner grober Körner brauchbar und noch ein wenig plastisch.

c) Sande von feinerem Korn; es sind dieses alle plastischen, regenerirten, alluvialen Sande. Sie bestehen aus ca. 0,1 Mm. grossen Körnern mit feinen Splittern und Glimmerblättchen und werden durch einen gewissen Thongehalt plastisch. Viele Arten Feldboden, z. B. bei Nagel, manche angebliche Infusorienerde, ausserdem ein zwischen Septarienthon und Alaunerz sich findender grünlicher Tertiärsand — gehören zu dieser Gruppe.

Die Sande der zweiten Abtheilung, die vorherrschend splittrigen Sande, finden sich nur als Glimmersande der Braunkohlenformation bei Freyenwalde.

Der Sand besteht aus Splittern von 0,08 Mm. Dicke und 0,15 Mm. Länge, ferner aus Blättchen (von Glimmer) von 0,2 Mm. Flächengrösse. Der Gehalt an Glimmer beträgt nach Reinhardt ca. 10 Proc.; ausserdem enthält der Sand noch ca. 10 Proc. abschwemmbare, doch nicht thonige Theile. Im trocknen Zustande ist der Sand fest, obwohl leichter zerreiblich als die blättrigen Sande.

Diese, welche die dritte Abtheilung Reinhardt's ausmachen, theilen wir wieder in 2 Gruppen:

a) gröbere Sande, die eigentlichen Formsande der Braunkohlenformation, bestehend aus feinsplittrigem Quarz von 0,01—0,05 Mm. Durchmesser, mit bedeutendem bis 25 Proc. steigendem Glimmergehalt, dessen

---

stimmte Lager, die vorläufig, so viel man auch von anderer Seite her gegen diese Bezeichnung einzuwenden haben mag, keinen gleich sicheren historischen Namen besitzen.

Digitized by Google

Blätter ca. 0,05—0,01 Mm. Flächengrösse besitzen und 0,1 Mm. dick sind. Diese Sande sind nicht scharf, sehr plastisch, binden indess in ganz trockenem Zustande nur schwach;

b) feinere Sande, welche zwischen dem Formsand und dem Kohlenletten, den letzteren nur einschliesend, liegen und bisweilen stark thonhaltig werden.

Sie sind dadurch sehr plastisch und stark bindend, im trocknen Zustande sehr zerreiblich und wegen ihrer grösseren Feinheit nur zu gewissen Theilen der Form verwendbar, während sie zu wenig Porosität besitzen, um die Hauptsubstanz einer grösseren Form zu bilden.

§. 10. Die vierte Abtheilung der gemischten Sande, welche die grösste Anzahl derselben enthält, umfasst alle diejenigen Massen, denen eine bestimmte Physiognomie fehlt; dieselben enthalten sowohl Quarzkörner, als auch Splitter aller Art und Glimmerblättchen in möglichst gleichartiger Beschaffenheit und inniger Mischung. Mit Ausnahme grobkörniger Varietäten, denen man aber durch Zusätze von Lehmstaub aufhelfen kann, sind alle hierher gehörigen Sande gute Formsande und aller gewöhnlicher Formsand Berlin's gehört hierzu, wie er z. B. im Norden und Westen der Stadt gefunden wird. Reinhardt theilt auch diese Abtheilung in 3 Gruppen nach der Korngröbe und unterscheidet:

a) Grobe Sande gemischten Charakters: hierzu gehören meist jüngere Sande in mächtigen Lagen, z. B. die Sande der Havelberge zwischen Spandau und Potsdam, welche die steilstehenden Abgründe des östlichen Flussufers bilden. Sie haben 0,15—0,3 Mm. Korngrösse, sind aber ohne Thonzusatz zu mager, um sie zur Förmerei anzuwenden.

b) Mittlere Sande, von 0,1 Mm. grosser und noch geringerer Korngrösse; sie liegen an denselben Orten, wie die unter *a)* aufgeführten, in eben so mächtigen Verhältnissen, stehen aber besser und sind ein gutes Formmaterial. Die Freund'sche Eisengiesserei auf dem Thiergartenfeld bei Charlottenburg gewinnt diesen Sand auf den eigenen Grundstücken daselbst

Digitized by Google

und verwerthet denselben u. A. zum Röhrenguss, eine berühmte Specialität dieser Anstalt.

c) Feinste Sande, ebenfalls renegerirte Sande, welche unmittelbar die Formsande der Braunkohlenformation überdecken, aber noch unter den ältesten Geschieben liegen.

Sie bilden also das älteste Diluvium und treten sehr mächtig auf, z. B. bei Freyenwalde viele 100 F. mächtig. Die Korngrösse ist ca. 0,04—0,1 Mm., der Sand ist nicht scharf, doch ist jedes Korn fühlbar. Diese Gruppe liefert eines der besten Formmaterialien von gelblicher oder weisslicher Farbe und lockerem Gefüge.

Dieses Material besitzt alle Charaktere eines guten Formsandes und hat sich wirklich als solcher hinreichend bewährt, als dass man nicht seine physikalischen Eigenschaften, als die für einen Formsand gute Beschaffenheit bezeichnenden, nochmals genau aufführen sollte, wie es auch Reinhardt gethan hat, dem wir hierbei folgen.

§. 11. Die wesentlichen Kennzeichen eines geeigneten guten Formsandes sind theils solche, die sich ohne weitere Untersuchungen ergeben, theils solche, die erst durch Versuche nachgewiesen werden müssen.

1) Dem blossen Auge muss ein guter Formsand gleichkörnig erscheinen, d. h. Körner von gleicher Grösse, nicht nothwendig von gleicher Form besitzen.

2) Dem Gefühl zwischen den Fingern darf der gute Sand nur wenig scharf, nicht aber wie Mauersand erscheinen; das Korn darf gleichsam nur fühlbar sein.

3) Auf dunkles Papier gestreut muss der Sand staubfrei erscheinen, d. h. ohne alle nur $^1/_2$ bis $^1/_{10}$ der gewöhnlichen Grösse haltende Partikeln sein. Die bindenden Partikeln adhäriren hierbei an die gröberen Körner und erscheinen deshalb nicht als Staub.

4) Bei dem Ballen in der Hand muss der gute Sand schon bei 10—20 Proc. Wassergehalt formbar sein, jedoch ohne zu schmieren; die Ballen müssen

Digitized by Google

leicht zerdrückbar sein und beim Trocknen hinreichende Consistenz besitzen.

Diese viererlei empirischen Proben reichen wohl in den meisten Fällen der Praxis aus. Reinhardt ist aber hierbei nicht stehen geblieben, sondern hat auch die aus eingehenderen Versuchen sich ergebenden Charaktere eines guten Formsandes ermittelt und zum ersten Male den Schlämmapparat der landwirthschaftlichen Versuchslaboratorien und das Mikroskop mit dem Formsand in Verbindung gebracht.

Nach seinen Erfahrungen müssen Schlämmversuche mit Formsanden zwei verschieden und weit auseinander stehende Theile liefern (also von sehr verschiedenem physikalischen Charakter).

Die Verhältnisse von 90 Proc. groben und 10 Proc. feinen, resp. 80 Proc. groben und 20 Proc. feinen Bestandtheilen, welche im Schlämmapparat sich trennen, repräsentiren ein resp. Maximum und Minimum der hauptsächlichen Bindematerialien und bilden die Grenzen der normalen Zusammensetzung eines Formsandes.

Eine Abweichung durch Formverschiedenheit begründet keine wesentlichen Unterschiede in der Plasticität, wie es denn Sande von 60 Proc. feinkörnigen und 40 Proc. feinsplittrigen Gemengtheilen giebt, welche immer noch gute Formsande sein können.

Sande von complicirterer Zusammensetzung sind nicht brauchbar, wie die nachstehenden Beispiele erwiesen.

Reinhardt führt z. B. an, dass

ein Gemisch von	60	Proc.	körnigen	Bestandtheilen einen plastischen abernur schwach bindenden Sand gegeben;
	30	„	splittrigen	
	10	„	feinen	
ein anderes von	80	„	körnigen	Bestandtheilen gab einen plastischen, nichtbindenden Sand;
	17	„	feinkörng.	
	3	„	feinstaubg.	
ein drittes von	75	„	körnigen	Bestandtheilen war kaum mehr plastisch.
	20	„	feinkörng.	
	5	„	feinstaub.	

Digitized by Google

Was die mikroskopischen Resultate anbetrifft, so müssen die einschlägigen Versuche ergeben:

a) an den Grundsubstanzen höchstens 0,1 Mm. Grösse, besser nur 0,5 Mm.;

b) am Bindemittel höchstens 0,01 Mm. Grösse, besser nur 0,005 Mm.

Jedes Bindemittel kann ersetzt werden, wenn dem guten gewöhnlichen Sand ca. 2 Proc. Thon beigemengt werden; dann erhält er den nothwendigen Grad der Cohäsion und wird eigentlich erst plastisch.

§. 12. Da es von Interesse sein dürfte, die genaueren Resultate zu kennen, zu welchen Reinhardt im Verlaufe seiner Untersuchungen gelangt ist, so werden hier einige der interessanteren Ergebnisse mitgetheilt.

1) Der tertiäre Formsand von Freyenwalde von rein weisser Farbe ergab im Schlämmversuch:

12 Proc. abschlämmbares plast. Bindemittel
88 „ Rückstand (d. h. Quarz und Glimmer).

Durch chemische Analyse fand sich:

a) in Salzsäure löslich		*b)* in Säuren unlöslich	
Wasser . .	2,00		
Thonerde .	1,00	Thonerde . .	7,00
Eisenoxyd .	0,33	Eisenoxyd . .	2,00
Kalk . . .	Spuren	Magnesia . . .	1,00
Magnesia } Kali }	0,15	Kali	3,00
		Kieselsäure .	82,00
Kieselsäure .	1,00		
Zusammen	4,48	zusammen	95

zusammen 99,48.

Der Gehalt an Eisen ist wohl nicht als Oxyd, sondern als Oxydul vorhanden gewesen, denn 2 1/3 Proc. Eisenoxyd bleiben in der Farbe wohl nicht ganz unsichtbar.

2) Der Glimmersand von Freyenwalde über dem Septarienthon und dem Alaunerze ergab im Schlämmversuch:

9 1/4 Proc. abschlämmbares plast. Bindemittel,
90 1/2 Proc. Rückstand.

Digitized by Google

Die chemische Analyse wies nach:

	a) in Salzsäure löslich	*b)* in Salzsäure unlöslich
Wasser . .	1,25	—
Thonerde .	0,89	2,46
Eisenoxyd .	0,31	0,94
Kalk . . .	Spur	—
Magnesia .	0,06	0,10
Kali . . .	0,66	1,89
Kieselsäure .	0,58	90,57
zusammen	3,25 zusammen	96,75

zusammen 100,00.

3) Der grüne Sand zwischen Septarienthon und Alaunerz, nur einige Fuss stark, ergab im Schlämmversuch:

18½ Proc. abschlämmbares plast. Bindemittel,
81 „ groben Rückstand.

Die chemische Analyse ergab:

	a) in Salzsäure löslich	*b)* in Salzsäure unlöslich
Wasser . .	3,75	—
Thonerde .	1,48	8,87
Eisenoxyd .	2,59	1,51
Kalk . . .	0,09	0,11
Magnesia .	0,28	0,27
Alkalien . .	1,25	1,65
Kieselsäure .	6,81	76,34
zusammen	16,25 zusammen	83,75

zusammen 100,00.*)

4) Ein Schluffsand von Moegelin bei Wriezen, weiss und scharf, ergab beim Schlämmen:

60 Proc. körnigen Quarz,
30 „ splittrigen Bestandtheil,
10 „ feinkörnige Massen.

*) Die vorstehenden Analysen 2 und 3 würden mehr Vertrauen verdienen, wenn ihre Resultate weniger durch Rechnung abgerundet und abgestimmt wären; als das einzige Material für die Kenntniss der Natur der Sande besitzen die Reinhardt'schen Angaben indessen einen entschiedenen Werth.

Digitized by Google

Die chemische Analyse fand

5 Proc.	Wasser,	
2,5 „	Wurzelreste,	
3 „	in Salzsäure lösliche	} Bestandtheile.
89,5 „	in Salzsäure unlösliche	
100,00.		

5) Eine weisse Erde von Arnswalde in Pommern ergab beim Schlämmen:

60 Proc. körnig splittrigen Quarz,
40 Proc. feinkörnigen Bestandtheil.

Die chemische Untersuchung ergab:

1,25 Proc.	Kalk,
1,00 „	Magnesia,
2,50 „	Eisenoxyd und Thonerde,
1,50 „	Alkalien,
3,00 „	Wasser,
2,00 „	organische Substanzen,
88,75 „	unlösliche Reste.
100,00.	

6) Ein Flugsand von 12jährigem Roggenland, welcher plastisch aber nicht bindend ist, ergab im Schlämmapparat:

80 Proc. grossrundkörnigen Quarz,
70 „ kleinrundkörnigen Quarz,
3 „ feinste Substanz.

Wir verlassen jetzt die Reinhardt'schen Resultate, welche nicht vollständig genügend sind, um die Unterlage einer eingehenden Discussion zu bilden, aber Licht genug auf die allgemeine Zusammensetzung der märkischen Sande werfen, um Belege für die von Reinhardt selbst formulirten und im vorigen Paragraphen vorgetragenen Grundeigenschaften eines guten Formsandes abzugeben. Wir wenden uns nunmehr zu einer anderen Auffassung der Constitution der Formsande, die neuerdings erst öffentlich und von Seiten eines Praktikers ausgesprochen worden ist.

2) Arbeiten von Mallet.

§. 13. Robert Mallet veröffentlichte 1865—1870

Digitized by Google

eine Reihe von Aufsätzen unter dem Titel: „On some points of practice in iron founding“ in dem practical Mechanics Journal und berührt dabei auch die Formmaterialien (s. Bd. 2 der III. Serie S. 259). Dadurch, dass sich diese Behandlung des Themas auf eigene praktische Wahrnehmung gründet, verdient sie ganz besonders hervorgehoben zu werden.*)

Vor Allem hebt Mallet die Schwierigkeit hervor, aus dem Augenschein eine bestimmte Ansicht über die Brauchbarkeit eines Sandes zum Guss zu gewinnen. Die gewöhnliche Probe des Praktikers und die wissenschaftliche Untersuchung lassen zwar die einmalige Verwendbarkeit des betreffenden Materials erkennen, aber einen Schluss auf die gute und dauernde Leistung eines Formsandes kann man nur durch praktische Versuche im Grossen ermitteln, weshalb der Technik er so selten geneigt erscheint, mit dem Formmaterial zu wechseln und ein bekanntes Verhalten mit einem nur nach Muthmassungen bezeichneten zu vertauschen. Wir fügen diesen Aeusserungen des englischen Technikers hinzu, dass deutsche Giessereien, welche im Ganzen genommen die besten englischen Leistungen bis jetzt noch nicht erreicht haben und von der Natur nicht im gleichen Maasse begünstigt sind, das Studium der Formsande nicht vernachlässigen dürfen, wenn auch dasselbe vor der Hand noch keine unmittelbar nützlichen Resultate zu bieten scheint.

Die weitläufigsten Untersuchungen, die Mallet zunächst citirt, hat bis jetzt Karmarsch, der wohlbekannte Verfasser der mechanischen Technologie, angestellt und veröffentlicht. Sie finden sich in den Mittheilungen des hannöverschen Gewerbe-Vereins 1862, Heft 4 (vgl. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1863, S. 137, und Bruno Kerl, Met. Hüttenkunde III, S. 384). Wir geben

*) Robert Mallet bezeichnete sich in einem Briefe an den Verfasser als Autor der zahlreichen mit der Unterschrift Ed. verschenen ausgezeichneten Aufsätze über Giesserei im practical Mech. Journal und gestattete, ihn als solchen zu citiren. Rob. Mallet ist bekannt als Autorität auf dem Gebiet der artilleristischen Technik und des Kanonengiessens in specie.

Digitized by Google

hier nur die allgemeinen Resultate, die sich danach construiren lassen und die auch Mallet discutirt.

§. 14. Die Untersuchungen von Karmarsch erstrecken sich über 15 verschiedene Formsande und zerfallen in chemisch-analytische und mechanisch-analytische Versuche.

Erstere ergeben für 9 untersuchte Sande 85—95 Proc. Kieselsäure, 4—10 Proc. Thonerde und dürfen, falls Strengflüssigkeit verlangt wird, nicht über 1 Proc. kohlensauren Kalk, resp. kohlensaure Magnesia enthalten. Dennoch kommt ein Sand von Sebenstein bei Wiener Neustadt vor, welcher, mit einem fetteren Sand gemischt, zum Lehmguss gebraucht werden soll und $96\frac{1}{2}$ Proc. kohlensaure Salze enthält, mithin wegen seines Magnesiagehaltes ein etwas sandiger Dolomit genannt werden kann.

Die mechanische Analyse, welche erstens durch Schlämmen die Kieselsteine vom Thon zu trennen versucht und dann durch Sieben die Korngrössen classificirt, ergab 56—90 Proc. Sand und 7—15 Proc. Thon im Durchschnitt, wobei sich ein Verlust von 6—30 Proc. wahrscheinlich als suspendirter Staub oder Schlamm herausstellt, der indess nicht weiter aufgeklärt wird. Das grobe Korn dominirt im Ganzen, obwohl es in einzelnen Fällen auf $24\frac{1}{2}$ Proc. herabsinkt. Diese letzteren Fälle, welche vorherrschend feinere Broncegusssande umfassen und alle 3 Korngrössen in ziemlich gleicher Menge enthalten, sind indessen selten und nicht maassgebend.

Mallet führt im Bezug auf die Korngrössenverhältnisse noch den Durchschnitt von 2 oder 3 Untersuchungen von künstlichen Gemischen an, welche 90 Theile grobes Korn, 10 Mittel und Fein bis 85 Theile grobes Korn, 15 Theile Mittel und Fein enthalten.

Es ist hierbei thatsächlich ein Ueberschreiten eines gewissen Verhältnisses des feineren Sandes zum gröberen Korn nicht möglich, wenn das Ganze dennoch brauchbar zum Formen bleiben soll, und es muss die Beimischung des feineren Sandes je nach der Art des

Digitized by Google

Gebrauchs, d. h. je nach der Grösse und Form der Gussstücke variren.

§. 15. „Die Philosophie des Formsandes ist in der That die der Form, welche aus demselben dargestellt ist," sagt Mallet in höchst charakteristischer Weise. Man kann die Wände einer vollendeten Eisengussform, sei dieselbe aus Sand oder Masse (green or dry sand) dargestellt, in gewisser Hinsicht als eine Art unschmelzbaren Siebes betrachten (a. a. O. S. 260), eines Siebes, welches die Fähigkeit besitzen soll, Luft und Wasserdampf durch seine Wände, seien sie auch noch so dick, entweichen zu lassen, welches dagegen aber dem flüssigen Gusseisen das Eindringen durch seine engen Maschen verwehren, überhaupt keinem heissflüssigen Metall, unter welchem „Druck" dasselbe auch gegossen werde, den Zugang in die capillaren Risse oder Poren gestatten soll.

Doch muss das Formmaterial keiner plötzlichen Decrepitation oder Zersetzung fähig sein, noch sein Volum verändern, wenn es stark erhitzt wird; es darf keine Gase durch die Einwirkung der Weissglühhitze entwickeln und muss nahezu unschmelzbar sein. Zu diesen nothwendigen Eigenschaften müssen sich noch alle diejenigen gesellen, welche dem Material das Empfangen und Annehmen der Eindrücke des Modells gestatten und ihm den nothwendigen Zusammenhang innerhalb der gusseisernen **Flaschen** und **Formkasten** ohne **Einstürze** und **Nachfall** oder andere ähnliche Störungen des Betriebes verleihen.

Mallet begründet hier in der fertigen Form die nothwendigen Eigenschaften des Formmaterials und weist dadurch auf den steten Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis hin, sobald etwas allseitig Brauchbares erforscht werden, soll. Nicht der Formsand an sich muss studirt werden dann gäbe es ebensoviel verschiedene Typen als das Sortiment Glieder zählt; in der fertigen Form möglichst vielartiger Gussstücke müssen die Eigenschaften des Materials ermittelt und demnächst aus der verschiedenen Behandlung der in jeder Hin-

Digitized by Google

sicht verschiedenen Sandarten die Constanz der Beschaffenheit fertig hergestellter Formen abgeleitet und diese endliche Beschaffenheit genau als das Ziel der nothwendigen technischen Bemühungen hingestellt werden.

§. 16. Nimmt man von dem Herde, d. h. der Hüttensohle einer Giesserei eine Handvoll guten gewöhnlichen Formsandes von bester Mischung, drückt dieselbe rasch zusammen und bricht den Ballen vorsichtig auseinander, so erfährt man durch die Betrachtung des Bruches mittelst einer guten Loupe oder besser, eines schwachen Binocular-Mikroskopes: in welcher Weise die oben erwähnten geforderten Eigenschaften in einem brauchbaren Sand zusammentreten, resp. vereinigt werden.

Man sieht nur noch Wenig von den natürlichen Oberflächen oder der Farbe der Sandkörner, mit Ausnahme der wenigen von stärkerem Caliber. Fast alle sind geschwärzt und bedeckt durch einen dünnen Ueberzug von Kohle oder Holzkohle in fast unfühlbarem Pulver.

Ausserdem sind sie gemischt und befeuchtet (wie man sich durch die Berührung des Sandes mit einer Nadelspitze unter steter Beobachtung durch die Loupe überzeugen kann) durch einen feinen und flüssig-plastischen Moder oder Lehmschlamm.

Alle vier von Mallet aufgezählten Bestandtheile, die groben und die feinen Körner des Sandes, die Kohle oder Holzkohle oder Beide, und der Thonschlamm sind gleichförmig und innig gemischt; durch die beiden letzteren Bestandtheile ist eine Art von lockerem Zusammenhang (discontinuous continuity) zwischen den Körnern der ganzen Masse hergestellt, so dass dieselben durch zahllose lehmige Partikeln hier und dort mit einander verbunden sind, ohne dass sie sich verstopfen oder verschmieren, da der Lehm selbst durch die beigemischte Kohle porös geworden ist, ohne die bindenden Eigenschaften verloren zu haben.

Sind alle Körner grob, so werden auch die Zwischenräume derselben entsprechend weitläufig; man

Digitized by Google

muss alsdann mehr Thon zusetzen, um den Sand cohärenter zu machen und nach Mallet in einem Verhältniss, welches wie die Quadrate der mittleren Korndurchmesser wächst, weil die Zwischenräume sich ungefähr nach diesem Satz annehmen lassen.

Dieses zu vermeiden, kommt das Mittel- und das feine Korn der Sande ins Spiel, indem es gewöhnlich mit dem Gröberen gemischt ist.

Man muss als Grundsatz festhalten, dass, welches auch immer die Natur des Gusses sei, je mehr porös die Form und je geringer die Menge lehmiger Bestandtheile darin, desto besser sei die Qualität des Materials.

Die nöthige Cohärenz der Form muss indess gesichert sein und dieselbe wird in einzelnen Fällen, z. B. beim Masseguss, in einem solchen Grad nothwendig, dass die Porosität des Sandkörpers (der Form) mit der erforderlichen Luftdurchlässigkeit (to take off the air) sich nicht mehr vereinigen lässt und nicht mehr genügt. Um in dem Fall die beim Guss sich entwickelnden Gase zu entfernen, gebraucht man fleissig den Luftspiess (vent wire) und versieht die Wände der Form mit möglichst zahlreichen und dichten Luftkanälen.

Diese Vorsicht ist immer zu beobachten, nirgends aber mehr als bei tiefen Sandformen oder hohen Masseformen; in beiden Fällen kann man sich nie auf die Porosität der Materialien verlassen, sondern stellt sie künstlich her.

§. 17. Aus Allem, was Mallet an anderen Stellen gesagt, lässt sich auch für die englischen Verhältnisse aus der mikroskopischen Anatomie der Sandmischungen, sowohl des Feingusssandes, als auch der gewöhnlichen Herdsande, Dammgrubensande, Massensande, Kornsande folgern, dass die Form der Sandkörner nicht unwesentlich sei.

Es ist nicht nöthig, dass die Gestalt des Korns genau bestimmt werde; sie mag unregelmässig sein und dennoch einem tauglichen Material angehören. Ausge-

Digitized by Google

schlossen hat Mallet nur flache, dünne, winkelige und keilförmige Gestalten. Jedes Korn muss innerhalb gewisser Grenzen nach den 3 Hauptachsen ziemlich gleich gross sein; die eine Dimension darf in keiner Weise von den 2 anderen um Bedeutendes übertroffen werden. Sowie eine beliebige Zahl Kugeln in eine geschlossene Büchse oder einen begrenzten Raum nicht ohne zahlreiche Zwischenräume placirt werden können und dagegen Schiefertafeln das entgegengesetzte Verhalten zeigen, d. h. sich vollkommen dicht einschichten lassen, so verliert der Sand mit keilförmigem Korn (sei er auch in anderer Weise noch so gut) die „Freiheit", d. h. die freie Aufeinanderlagerung, welche die Porosität bedingt, und der Sand kann nicht gestampft werden, ohne die Lockerheit ganz zu verlieren.

Es geschieht dieses aber nicht allein, weil die flachen Körper überhaupt dichter aufeinanderschliessen, sondern weil auch der Thongehalt auf diese breiten Flächen bindender wirkt und ein gegenseitiges Festkleben verursacht. Die Continuität der Masse ist zu complet.

„Glücklicher Weise, schliesst Mallet seine Vorbe-„trachtung, ist England reich an guten Formsanden, „und es giebt wenig Orte, an denen sie nicht mit Aus-„sicht auf Erfolg gesucht werden könnten; es giebt in-„dessen Sande dabei, welche aus der Zersetzung der „verschiedensten geschichteten Felsarten hervorgingen, „besonders glimmerreicher Gesteine, sich beim ersten „Blick als hinreichend gut auszeichnen und doch der „besprochenen Korngestalt wegen durchaus nicht zum „Formen eignen. Beispiele solcher Sande werden an „manchen Stellen der Flussbetten und Küsten unserer „Silurischen, Cambrischen und Devonischen Gesteine „gefunden, namentlich bei besonderem lithologischen „Charakter der letzteren" (a. a. O. S. 261).

§. 18. Im nächsten Artikel (Pract. Mech. Journ. p. 289, Vol., II., Ser. III.) fortfahrend, geht Mallet zu einer allgemeinen Classification der Sande über, welche sich auf die Form und den Habitus der

Digitized by Google

einzelnen Körner gründet und dadurch von vornherein auf die Berücksichtigung der Praxis Anspruch macht.

Nachdem erwähnt worden, dass England keine vollständige Sammlung aller Art Sande besässe, wogegen im Haag eine sehr vielseitige und interessante Collection der Vorkommnisse von Holland, Belgien, den Rhein- und Scheldemündungen etc. aufgestellt sei, wird die Eintheilung der Sande in zwei Hauptclassen vorgeführt:

1) Sande, in welchen die Mehrzahl der Körner nichts weiter vorstellt, als feine Splitter und Trümmer eines harten Materials (vorherrschend Quarz und Feldspath), welche auf natürlichem Wege durch Erosion entstanden und durch natürliche Trennungs-, Sieb- und Waschprozesse mannigfaltiger Art zu einer gleichförmigen Grösse gebracht worden sind.

2) Sande, in welchen jedes Korn sich als ein winzig kleiner natürlicher Krystall darstellt.

Die zuletzt erwähnten Sande sind wiederum in zweierlei Zustand zu finden: entweder sind die Krystalle durch rollende Reibung, gegenseitiges Auflagern und Zertrümmern mehr oder minder zerstört und unkenntlich gemacht; oder sie sind fast klar, mit sämmtlichen Flächen und Kanten noch wohl versehen und gleichen darin manchen Diamanten.

Ohne geologischen Speculationen nahe zu treten, glaubt Mallet behaupten zu müssen, dass alle feinen kieseligen Sande, die aus mehr oder weniger durchsichtigen Quarzkörnern bestehen, neuern Ursprungs sind, d. h. das Werk neuerer Zertrümmerungsprozesse. Diese Körner, aus denen beispielsweise alle Seesande bestehen, sind ursprünglich Bestandtheile zersetzter Felsarten gewesen, in welchen sie als sandige Bestandtheile sich eingelagert hatten, nachdem sie entweder, aus noch älteren Formationen stammend, durch Allu-vion eingeführt, oder aus kieselsäurehaltigen Lösungen sich ausscheidend entstanden waren.

Als Beispiele für solche vorzugsweise krystallinischen Sandsteine führt Mallet den New red Sandstone von Cheshire an, auf dessen Gehalt am vollen-

Digitized by Google

deten Quarzkrystallen in Doppelpyramiden ihn William Smith zuerst aufmerksam gemacht habe. Dieser Sandstein zeigte auf seinen frischen Bruchflächen, durch Einspiegeln des Lichtes, lauter kleine scharfbegrenzte Dreiecke, welche das Dasein der Doppelpyramiden verriethen.

Wie selten indess ein solcher Sandstein, noch mehr ein solcher Sand sein mag, erhellt aus dem Umstande, dass von den Sanden der norddeutschen Tiefebene kein Einziger den krystallinischen Charakter in dem Grade zeigt, dass es den Beobachtern und Beschreibern derselben aufgefallen und von ihnen besonders hervorgehoben worden wäre. Trümmer von Krystallen lassen sich noch eher voraussetzen, als Haufwerke von Individuen; es muss daher allseitigen Untersuchungen die Bestätigung der obigen Wahrnehmungen vorbehalten bleiben.

§. 19. Obwohl alle quarzigen Sande von ungleichmässigem, durch Zerstörung und Zerkleinerung entstandenen Korn gute Formmaterialien abzugeben vermögen, so sollen, nach Mallet's Aussage, die besten Formsande die sein, welche einen reichlichen Gehalt an krystallisirtem Quarz besitzen. Bei grösserem Korn können die Individuen zertrümmert sein, bei feinem Korn aber sind nur vollkommenere Krystalle von gutem Einfluss auf die technische Brauchbarkeit der Sande.

Fasst man alle Vorkommnisse zusammen, so kann man annehmen, dass die besten Formsande Englands in den Kohlenfeldern gefunden werden und im Bereich der Trias, resp. des New red Sandstone oder Buntsandsteins; doch stammen auch aus den Tertiärformationen, dem Grünsand, den Kalksteinen u. s. w. gute Materialien.

Die Formsande verschiedener Grafschaften: Cheshire, Lancashire, Down in Irland, Lanark, Derbyshire, Shropshire können nicht wohl in der Qualität von anderen übertroffen werden; doch unter allen diesen wird der rothe Sand, wie ihn der Giesser bezeichnet, von Letzterem sowohl für den grünen als auch für den fetten Guss vorgezogen, da er ohne

Digitized by Google

Schaden mit schlechterem Material vermischt werden kann und eine grössere Freiheit in Bezug auf die Auswahl der zum Lehmguss nothwendigen groben Sande gestattet.

Der rothe Sand ist aber nichts weiter, als das aus den Gebieten des englischen New red Sandstone stammende Verwitterungsprodukt und entspricht am meisten dem krystallinischen Charakter.

§. 20. Ausser den in früheren Paragraphen erwähnten Bedingungen, denen ein guter Sand genügen soll, ist nach Mallet noch eine von höchster Wichtigkeit, von welcher indess ein Giesser nie einen klaren Begriff hat; es ist dieses die längere Dauer der Brauchbarkeit, d. h. die Fähigkeit, wiederholt zum Formen gebraucht werden zu können, nachdem er von Neuem mit Wasser besprengt und gut durcheinander geschaufelt worden ist. Mancher Sand ist im Stande, nur einen einzigen guten Abguss zu erzeugen; beim zweiten Male findet aber der Förmer, dass er aller Wahrscheinlichkeit nach einen Fehlgriff gethan hat. Er kennt das Resultat, wenn er den Sand ansieht, und sagt dann „der Sand ist verbrannt"; jeder Sand, der diesem Ausspruch entspricht, muss schliesslich aus der Giesserei herausgefahren werden, wenn er auch nur einmal mit verwerthet werden konnte.

Untersucht man einen solchen Sand ganz sorgfältig mit dem Mikroskop, nachdem man ihn durch Kochen mit Salpetersäure von dem Gehalt an Kohle befreit und auch den Thongehalt durch Waschen entfernt hat; vergleicht man seine jetzige Beschaffenheit mit der, welche er vor der Verwendung zur Förmerei hatte, so kann man finden, dass die grösste Mehrzahl der Körner (seien dieselben Quarzkrystalle oder blosse Fragmente) zertrümmert und in kleinere Fragmente zersplittert, eventuell auch zu einem kieseligen Staube geworden sind. Mit einem Worte, solcher Sand bestand aus Fragmenten oder ganzen Krystallen voller feiner Haarspalten (mit Eisenocher oder Oxyd gefüllt) oder von solcher molecularen Constitution, dass alle Körner decrepitiren und

Digitized by Google

in Stücke brechen, wenn sie plötzlich erhitzt werden. Diese Veränderung der äussern Beschaffenheit ist es, welche in Wirklichkeit die Erscheinung des Verbranntseins ausmacht.

Hieraus geht hervor, dass der „ausdauerndste" Formsand und gleichzeitig der ökonomisch vortheilhafteste aus Körnern bestehen muss (seien dieselben ganze Krystalle oder Bruchstücke), welche frei von der Tendenz sind, weiter zu spalten. Diese guten Eigenschaften besitzt in hohem Grade der Sand aus dem New red Sandstone, wenn er nicht zu lange dem Einflusse von Luft und Wasser ausgesetzt gewesen ist; und es ist dieses ohne Zweifel der Grund der Behauptung, welche die Giesser aus Liverpool, Carlisle etc. aussprechen, indem sie sagen: der beste Sand würde nicht aus den oberflächlichen Sandgruben gewonnen, sondern durch Zermahlen der weicheren Lagen des New red Sandstone selbst, wobei man allerdings auf passende Korngrösse sehen müsste.

Diese Erfahrung ist indess nicht blos von den englischen Förmern gemacht worden, sondern auch in Deutschland ist man bei besonderen Veranlassungen bemüht, ein möglichst frisches Material in Arbeit zu nehmen, sobald sich im rohen Sande die hauptsächlichsten geforderten Bedingungen eines guten Sandes vereint finden.

Dem Verfasser ist ein Fall bekannt, wo man zur Auflockerung der fetten Masse eines groben Sandes bedurfte und denselben nicht aus den in der Nachbarschaft der Hütte vorkommenden Lagern nehmen konnte, sondern genöthigt war, anstehenden Kohlensandstein durch Einwerfen desselben in die eben geräumten Cokesöfen des Werkes glühend zu machen, ihn dann durch Wasser rasch zu kühlen und die entstandenen Trümmer auf der Ziegelei klar pochen zu lassen.

§. 21. Nachdem Mallet angeführt, dass in Frankreich vortreffliche Sande aus den tertiären und posttertiären Formationen vorkommen, wendet er sich nach Deutschland und behauptet, dass in Ber-

Digitized by Google

lin sowohl, als in Süddeutschland die Sande des Buntsandsteins den Vorrang ebenfalls behaupten.

Dieses ist insofern ein Irrthum, als Berlin nicht in der Lage sich befindet, von der erwähnten Formation Gebrauch machen zu können, überdies einen grossen Reichthum guter Sande in nächster Nähe hat (vgl. B.- u. h. Ztg. 1862. S. 4 und S. 238 u. ff. dieses Buches). Dagegen stammen die Sande der Chemnitzer, Zwickauer und mitteldeutschen Giessereien zum grossen Theil aus dem Buntsandstein und zeichnen sich durch besondere Eigenschaften aus.

Von Interesse sind die von Mallet mitgetheilten Details über die Sande dieser Formation, die in Irland gewonnen werden. Den ersten Rang unter den englischen Sanden sollen nämlich die von der Grafschaft Down (in Irland) behaupten, welche, einer bestimmten Aeusserung nach, von Mallet selbst zuerst angewendet wurden. Vor noch nicht 30 Jahren wurde sämmtlicher Formsand, den Irland gebraucht, als Ballast mit Cokes von Carlisle oder von Runcorn aus eingeführt; ein Beispiel und als solches nicht allein dastehend, war die Art und Weise, in welcher der natürliche Mineralreichthum dieser Gegenden vernachlässigt wurde und noch vernachlässigt wird. Doch giebt es auch rothe oder röthliche Sande aus derselben Formation oder aus der unmittelbar darüberliegenden, die beim ersten Anblick ganz gut aussehen, sich aber doch nicht tauglich zum Formen erweisen; stets veranlasst die reichliche Thonbeimengung oder deren Gehalt an kleinen Gypskörnern, die beim Zusammentreffen mit flüssigem Eisen Wasser verlieren, eine Efflorescenz und der Sand wird ein unfühlbares und zerstäubtes Pulver, in dem sich beim Befeuchten die Gypstheile leicht erkennen lassen.

Die meisten Sande dieser Form zeigen sich nach Mallet im frischgeförderten Zustande auch mit Salztheilen gesättigt und müssen vor dem Gebrauch gewaschen werden. Manche Sande bestehen vorzugsweise aus Feldspath anstatt des Quarzes, was die harten Theile anbetrifft, und diese Sande sind weniger brauchbar, weil,

Digitized by Google

wie von Jeffrey (Rep. Brit. Ass. 1848) u. A. gezeigt worden ist, bei der Gusstemperatur des Roheisens das Constitutionswasser des Feldspathes als Dampf entweicht und der Sand alsdann in ein nicht fühlbares Pulver zerfällt. Kleine Knollen von Schwefelkies, Kohle oder kohligen Theilchen, Kalk oder kalkhaltigen Substanzen, die gelegentlich in den Sanden zerstreut sein können, sind sehr störend. Diese oder andere fremdartige Materialien sollten stets genau aufgesucht und beachtet werden, um demnächst jeden Sand, der solche enthält, als nicht brauchbar zu verwerfen.

§. 22. Bei der Darstellung von Gussstücken von grosser Tiefe, wo der Druck des flüssigen Metalls auf die Wände der Form wirklich gross ist (dieselbe bestehe aus Lehm, Masse oder grünem Sand), wird es oft sehr schwer, eine vollständige Schmelzung an den verschiedenen Stellen der Form- und Gussoberfläche zu verhüten. Das Eisen und das von der Formwand abgeschmolzene Silikat durchdringen sich in einer Weise, dass eine dünne Kruste hergestellt wird, deren Härte dem besten Gussstahlmeissel widersteht. Manchesmal ist hierin die nicht genügende Dicke der „Schwärze" Schuld, die doch stets der grossen Pressung und der hohen Temperatur, während längerer Zeit wirksam, entsprechen muss; indess schützt eine solche Vorsicht doch nicht vor Fehlern, sobald der Sand oder Lehm wirklich leicht schmelzbar ist.

Für sehr hitzige Güsse, z. B. aus Bessemer- oder Gussstahl, deren Schmelztemperatur die des gewöhnlichen Gusseisens um Vieles übertrifft, ist die beste Formmethode, einen ganz besonders vorgerichteten Sand oder Lehm zu nehmen, den man aus fast unschmelzbaren Thonen und reinem Grünsand darstellt. Reiner grober Sand der Kohlenzechen, besonders der neuerdings oft erwähnte Gannister von mittlerem Korn, wird durch sorgfältige Mischung mit Schlamm aus feuerfestem Thon und Kohlenstaub zu einem geeigneten Formsand, resp. Formlehm.

Mallet erwähnt besonders eines Verfahrens auf dem Stahlwerke zu Bochum in Westphalen, wel-

Digitized by Google

ches allerdings möglichst geheim gehalten wird, nach ihm aber in nichts Anderem bestehen kann, als in einer geschickten Mischung natürlicher und künstlicher Bestandtheile. Wahrscheinlich wird ein feingekörnter reiner (krystallinischer) Quarzsand mit grober gekörnter Chamotte (aus alten Stahlschmelztiegelscherben hergestellt) gemischt und dieses Gemenge mit einem möglichst geringen Zusatz von weissem feuerfesten Thon der Kohlenformation bündig gemacht. Das Ganze wird dann mit magerem anthracitischen Kohlenstaub versetzt und giebt ein Formmaterial, von dem sich, nach gehörigem Einschwärzen der Formen, die Stahlgussoberflächen so klar und rein loslösen, wie gewöhnlicher Eisenguss es thut. Man weiss nicht, ob die Schwärze noch einen besonderen Bestandtheil enthielt, vermuthet aber, dass dieselbe aus reinem feuerfesten Thon und beigemischter recht magerer Kohle bestehe. Vielleicht lässt sich eine vorzüglichere Schwärze aus dem feingewaschenen Kohlenstaub der Gasretorten herstellen.

§. 23. Mallet kommt bei der Besprechung der Formmaterialien auch auf mögliche Surrogate der gewöhnlichen Sande zu sprechen (a. a. O. S. 290) und entwickelt an einer Reihe interessanter Beispiele die zu einem guten Formmaterial sich noch qualificirenden Substanzen.

So glaubt er den schwarzen Titaneisensand, welcher beispielsweise an der Westküste Italiens, südlich von der Tiber vorkommen soll, neuerdings aber als Zuschlag zum Eisenhochofenbetrieb von Taranaki auf Neu-Seeland eingeführt wird, als eine Hauptbasis für Giessereizwecke ansehen zu müssen. Wir wollen dieses für eine Anregung ansehen, da uns die Motive zu einer derartigen Behauptung noch nicht klar sind und der bedeutende Eisengehalt jener Substanz (ca. 61 Proc.) jedenfalls Veranlassung zu ihrer Schmelzbarkeit giebt.

Ein Mineral, dessen Verwendung zum Giessen mehr Aussicht auf Erfolg hat, ist der vulkanische Tuff, d. h. alle die leichten, homogenen und schwerschmelzbaren pulverförmigen oder zu lockeren Massen

Digitized by Google

zusammengebackenen Substanzen, die in vulkanischen Gegenden vorkommen.

Man kann dieselben in jedem Grad von Korngrösse oder Feinheit finden und sie kommen in allen Welttheilen häufiger vor, als man glaubt, da sie sich auch in Gegenden finden, die in geologischen Vorzeiten der Schauplatz vulkanischer Thätigkeit waren.

Mallet glaubt, dass der vulkanische Tuff ein werthvolles Material für feine oder Kunstgüsse abgebe und dass vor Allem die Messing- und Broncegiessereien davon Nutzen ziehen könnten.

Diese Vermuthung bestätigt sich durch eine deutsche Erfahrung, da seit vielen Jahren der Feingusssand für Eisen und die bessere Formmasse für Metallguss von den oberschlesischen Werkstätten aus der Umgebung der grössten Basalteruption des Regierungsbezirkes Oppeln, dem St. Annaberg bei Leschnitz, NNO. von Cosel gelegen, bezogen wird und in seinem Aussehen ganz dem feinen plastischen Staube gleicht, der aus der Zertrümmerung der Tuffe und Laven der mitteldeutschen Basaltzone hervorgeht.

Die feine Aufschlämmung des als nichtfühlbares Pulver vorhandenen Formmaterials aus den vulkanischen Gegenden hängt mit der Energie der vulkanischen Aktion gewiss eben so eng zusammen, wie die Entstehung der feingeriebenen und ruhig abgelagerten Thone mit der langandauernden Bildung der Steinkohlenbecken.

§. 24. Um die Charakteristik der zum Formen nothwendigen Materialien zu vervollständigen, giebt Mallet noch die dem Theilsand eigenthümlichen Eigenschaften an und hebt hervor, dass derselbe ein klarer, feinkörniger, kieseliger, trockner Sand von homogenem Charakter und frei von jedem salzigen oder kalkigen Bestandtheil sein muss. Angenehm ist es, wenn der hierzu verwandte Sand gleichzeitig helle Farben besitzt; dann contrastirt die Oberfläche der Theilung mit dem dunklen Grund der Form selbst in so deutlicher Weise, dass der mit dem sogenannten Ausbessern oder Nachputzen der letzteren beschäftigte Ar-

Digitized by Google

beiter die sicherste Führung durch den Farbenunterschied erhält.

Wir fügen hinzu, dass bei gewöhnlicher Arbeit ein solcher Sand wohl genügt, dass aber für bessere und exakte Arbeit ein anderes Trennungsmittel gesucht werden muss.

Jeder Praktiker hat die Erfahrung gemacht, dass von starkem „Streusand" auch starke Lagen gegeben werden, da ein grober Sand stets schlechter deckt, als ein feinerer. Ehe das Modell ausgehoben wird, pflegen die Former die bestreute Trennungsfläche abzupinseln und den Streusand so viel als möglich zu entfernen; war die aufgestreute Schicht sehr stark, so schliessen die Formtheile sich bei dem Fertigmachen der Form nicht mehr genau aneinander und die das Gussstück nicht verschönernden Nähte werden stärker, als gestattet werden kann. Dieser Fall tritt also um so eher ein, je gröber das Trennungsmittel ist, und für feine Sachen muss man sich, wie schon gesagt, nach etwas Anderm umsehen.

Die Holzkohle als feiner Staub, feingesiebte Asche, ordinärer Graphit können zu solchen Zwecken verwendet werden und leisten gute Dienste. Ein ganz gutes Material ist der auf den Dachgebälken einer Giesserei sich ablagernde, ungemein feinzertheilte Staub, welcher aus Kohlen- und Sandtheilchen besteht, die durch die in Giessereien so häufige Dampfbildung beim Begiessen heisser Kasten und Sandmassen emporgerissen worden sind.

§. 25. Ein Zusatz, der jedem Formmaterial, es sei gewöhnlicher Formsand oder Formmasse, gegeben wird, besteht in dem eingemengten Kohlenstaub oder ähnlichen kohlenreichen Beimengungen.

Gemahlener Staub von bituminöser Steinkohle ist hierbei, nach Mallet, das fast aller Orten angewandte und stets vorräthig gehaltene Material.

In manchen Gegenden Deutschlands dagegen, wo die Kohlen noch wenig Eingang gefunden, wurde der Kienruss der Kamine und Oefen, in welchen Holzfeuer brennen, häufig anstatt des Steinkohlenstaubes ge-

Digitized by Google

braucht und noch jetzt zieht man jenen für bestimmte Zwecke der Giesserei entschieden vor.

Was die Rolle des Kohlenstaubes als Bestandtheil der Formsande anbetrifft, so besteht dieselbe nach Mallet darin, für die Wände der Form ein Bindemittel abzugeben, wenn durch Trocknen der Formen das Wasser der Thontheilchen ausgetrieben ist und die Form an Cohärenz eingebüsst hat; man wählt aber gleichzeitig ein lockeres, aufgeblähtes Material, damit die Massen der Form für die Wasserdämpfe durchdringbar bleiben. Es ist nicht zu bezweifeln, dass auch Kienruss, in welchem lauter fühlbare Theilchen eines flockigen und doch harten Kohlenstoffs mit Holztheerdampf und andern empyreumatischen Verbindungen durchdrungen sind, die angezeigte Rolle übernehmen kann; doch ist die Verwendung keine allgemeine und die Erfahrungen deshalb auch nicht allseitig genug, um ein gültiges Urtheil begründen zu können. (Der Verfasser muss hier die Autorität eines verstorbenen Fachmannes zur Berichtigung der blossen Vermuthungen Mallet's anführen; Wachler theilt bei der Beschreibung des älteren Betriebes von Gleiwitz in seinen „Oberschlesischen Heften" nähere Details über den Gebrauch des Kienrusses bei der Feinförmerei mit, auf die wir nochmals zurückkommen.)

Ausser Kienruss werden indess noch die sonderbarsten Beimischungen von Seiten der Förmer und Giesser angewendet, deren Rolle weit schwerer zu erkennen ist und unter denen Mallet u. A. Melasse und Wasser, saures Bier, Bierhefen u. a. Brauereirückstände, Oel, die Waschwasser der Stärkefabriken und auch Kohlentheer aufzählt, ohne für einen dieser Zusätze einen rationellen Grund erfahren zu haben.

Das Verhältniss, in welchem der Zusatz von Kohlenstaub stattfindet, ist verschieden je nach den vorgefundenen Eigenschaften des rohen Sandes, wie er auf die Hüttensohle der Giessereien kommt, und nach den von ihm verlangten Leistungen bei der Verwendung. Die Quantität des Zusatzes be-

Digitized by Google

wegt sich deshalb in weiten Grenzen. Für Herdsande giebt Mallet 1 Theil Kohlenstaub auf 15 bis 12 Th. rohen Sand als genügend an; für fertige feinere Sande werden $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ Kohlenstaub zugesetzt, doch sind hierbei Regeln mehr denn unbrauchbar. Der Former muss oft ein Material verarbeiten, ehe er Versuche damit machen kann; hierbei führt ihn seine Erfahrung und ein durch Misserfolge geleitetes Gefühl, das ihm den betreffenden Sand rasch kennen lehrt. Die Grenzen sind nicht eng und genau zu ziehen.

§. 26. Unter Mallet's weiteren Bemerkungen finden sich noch interessante Betrachtungen über die Wirkungen des Kohlenstaubes im Sande, die sich im Folgenden resumiren. Es ist einleuchtend, dass jeder Guss die eingemengte Kohle in der Nähe der Formwandung in eine Art gefritteten Cokes verwandelt und dass auf diese Weise die Qualität des Gemenges von Sand und Steinkohle immer mehr abnimmt, je mehr es gebraucht wird; diese Deterioration ist nicht bei allen Sanden gleich, doch bei allen Sanden müssen nach jedem Guss bestimmte Quantitäten frischen Kohlenstaubes zugesetzt werden.

Man nennt diesen Sand, der eines solchen Zusatzes bedürftig ist, ebensowohl verbrannt, wie jenen, welcher aus einem andern Grunde, durch Zerspringen der grössern Körner, seine Bindekraft verloren hat und von dem schon die Rede war.

Es kann sich aber jederzeit zutragen, dass in Giessereien, welche im Verhältniss zu ihrem Arbeitsraum viel Arbeit zu bewältigen haben, der grösste Theil des Herdsandes gleichzeitig und plötzlich unbrauchbar wird, sowohl aus dem einen wie aus dem anderen, meist aus beiden der als Ursachen des Verbranntseins bezeichneten Gründen, ein Zustand, der sich durch Häufigerwerden des Ausschusses kundgiebt, während alle übrigen Umstände dieselben bleiben.

Die beste Methode, die man in solchem Fall adoptiren kann, ist, den ganzen Herd zu räumen und denselben gehörig mit Wasser zu befeuchten; durch eine

Digitized by Google

gehörige Anzahl Arbeiter lässt man nun in jeder Nacht die ganze Sandmasse bis zu einer Tiefe von 2—3 Fuss in parallele Haufen theilen, wie die Gärtner es bei der Eintheilung von Beeten machen.

Wenn der Sand nicht zu der zersplitterbaren Sorte gehört, so erhält er in kurzer Zeit die meisten seiner guten Eigenschaften wieder, sobald er mit frischem Kohlenstaub gemischt wird. Die gehörige Ablüftung (nach jedem Guss) spielt allerdings noch eine besondere Rolle, da man aus warmem dampfenden Sand niemals eine gute haltbare Form herzustellen im Stand sein wird.

Es ist im Bezug auf den vorstehend geschilderten Regenerationsversuch mit Formsand noch zu bemerken, dass es sich überhaupt empfiehlt, bei leicht zerstörbarem Sand durch Unterhaltung eines guten Herdes in der Hütte stets für ausreichendes Material in möglichst grossem Maasse zu sorgen, da sich dann der verbrannte Sand stets wieder mit verbrauchen lässt und das Ganze nur weniger Zusätze von frischem Sand und Kohlenstaub bedarf; das fleissige Umschaufeln des Sandes am Ende jeder Schicht ist niemals zu unterlassen.

§. 27. Die Form wird, wenn sie aus frischem Sand bereitet ist, mit Holzkohlenstaub in unfühlbarem Pulver ausgestäubt und geschwärzt; wenn sie aus Masse oder Lehm besteht, so bedient man sich desselben Pulvers, nur in Wasser suspendirt und in flüssige Schwärze verwandelt, welche man mit dem Pinsel auftragen kann.

Beide Ueberzüge, besonders der trockne auf dem frischen Sand, werden vor dem Guss sorgfältig mit der Formkelle geglättet und dadurch erst fähig gemacht, der Hitze des Eisens Widerstand zu leisten und ihre Schuldigkeit zu thun. Worin besteht die Rolle der Schwärze? ist eine Frage, welche sehr schwer zu beantworten ist, wenn man überlegt, dass hier die Anwendung dieser Massregel die Folge instinktiver Versuche Seitens der Arbeiter gewesen und dass jedenfalls eine lange Zeit im Finstern getappt wurde, ehe die Anwendung eine allgemeinere geworden ist. Es giebt keinen Former, der

Digitized by Google

eine Erklärung der Rolle zu geben im Stande wäre, welche der kohlige Ueberzug des Innern der Formen spielt und abermals giebt es Keinen, der geneigt wäre, ohne einen solchen Ueberzug zu arbeiten.

Um diese Ansichten Mallet's zu illustriren, erlaubt sich der Verfasser, die Unterschiede hervorzuheben, welche auf der Gleiwitzer Eisengiesserei zwischen der früheren Praxis der Lehmförmerei und der jetzigen stattgefunden; früher bestrich man die Formen nur schwach und es fanden bei starken Güssen stets Aushöhlungen der Wand und Krustenbildungen auf den Gussoberflächen statt, sobald der Lehm nicht eine vollkommen gleichmässige Durcharbeitung erfahren und eine ungleich widerstandsfähige Angriffsfläche dem Gusse darbot. Die Einführung stärkerer Schwärzen wurde wiederholt versucht, es gelang aber nicht, reine Güsse zu erzielen, bis nicht nur die Zusammensetzung der Schwärzen anderer renommirter Giessereien (Sterkerade und Seraing), sondern auch die Behandlung selbst bis auf das kleinste Detail nachgeahmt wurde.

Erst als man der mit dem Pinsel möglichst gleich aufgetragenen, stärkehaltigen Schwärze durch sorgfältiges Trocknen, Poliren und wiederholten Anstrich und nochmalige Politur die richtige Glätte und Dichtigkeit zu geben gelernt, blieb dieselbe an der Formwand stehen, löste sich nach dem Guss von dem Eisen ab und hinterliess keine Krusten und Schaalen innerhalb der oberen Theile des Gusses. Indess forderte diese Manipulation doch eine stete Aufmerksamkeit des Förmers und nur einzelne Arbeiter, sorgfältig angelernt, waren durch immerwährende Beschäftigung mit diesen Arbeiten im Stande, eine feste und gleiche Qualität des Gusses zu erzielen und das Gelingen wahrscheinlich zu machen.

Weil nun die besseren Erfolge der neueren Schwärze von einer bedeutenderen Schwierigkeit in Betreff der Handhabung und der Anwendung, also von einer anfänglich häufigeren Veranlassung zu Misserfolgen begleitet waren, fand die neue Methode erst allmälig Ein-

Digitized by Google

gang und erst wachsende Uebung verminderte die Zahl der missrathenen Güsse. Jetzt ist in den grösseren Anstalten das Verfahren allgemein eingebürgert und wird mit vollkommener Sicherheit und Routine zur erfolgreichen Ausführung gebracht.

§. 28. Schafhäutl hat vor vielen Jahren die Behauptung aufgestellt, dass amorpher Kohlenstoff (sei es in der Form von Pflanzensubstanz, wie die Holzkohlen und die neueren fossilen Kohlen, sei es in der Gestalt der älteren fossilen Kohlen), welcher bereits mit festen Körpern und in der Gegenwart von (überhitzten) Wasserdämpfen einer energischen Weissgluth ausgesetzt wird, auf einmal seine molekulare Beschaffenheit ändert und ganz oder theilweise in Graphitblättchen sich verwandelt.

Dieser Umstand wird wahrscheinlich (nach Mallet) auch eintreten, sobald der innere Kohlenüberzug der Form in Contakt mit dem heissen und flüssigen Eisen kommt. Die Funktionen, welche aus diesem Verhalten der Kohle sich ableiten lassen, sind indess zweifacher Natur.

1) Die Graphittäfelchen (von mikroscopischer Grösse) legen sich bei ihrer Bildung flach gegen die Formoberfläche an und schützen die bei der Gusshitze sich ausdehnenden porösen Massen der Form vor dem Eintritt des Eisens in die einzelnen Poren.

(Dieses ist eine blos mechanische Funktion.)

2) Das flüssige Eisen strömt in die Form, eingehüllt in eine Atmosphäre von Kohlenoxyd, welche durch die plötzliche Entzündung der Kohle in heissen Wasserdämpfen und wenig Luft entsteht; dadurch wird die Bildung von Schaalen oder Schiefern aus Glühspan (Eisenoxyd) verhindert und es legt sich eine reine Metallfläche an die sämmtlichen Theile der Form an und erstarrt gemäss den natürlichen, das stärkste Continuum

Digitized by Google

der Substanz bedingenden Krystallisationsgesetzen der Metalle.

Ob ausserdem etwa noch eine cementirende Wirkung sich aus dem Contakt des Graphites und der noch übrig gebliebenen amorphen Kohle mit den noch längere Zeit heissen, wenn auch stetig abkühlenden Gussflächen entwickelt, ist schwer zu sagen. Der eigenthümliche Charakter der Lehmgussflächen, die veilchenblaue metallisch glänzende Gusshaut, ihre Härte und Dichtigkeit des Korns, kurz, alle Eigenschaften, welche einen wohlgerathenen Lehmguss vor allen andern Gussprodukten auszeichnen, scheint darauf hinzuweisen. Aehnliche Erscheinungen treten ja auch bei den Gussstücken auf, welche, wie z. B. Feingüsse und verzierte Sachen, in starkgestäubten und durch Einlegen des Modells sorgfältig geglätteten Formen gegossen werden.

Bei Formen ohne Schwärzung treten die geschilderten Charaktere des Gusses nicht auf, wie sich denn auch zwischen stark und schwach geschwärzten Formen ein kenntlicher Unterschied in den äusseren Ansehen der Güsse zeigt. Bei den stark geschwärzten Formen soll man nach Mallet im Stande sein, mittelst genügender Vergrösserung die eingetretene Graphitausscheidung deutlich zu erkennen, wenn kein nachträgliches Verbrennen durch zu frühes Lüften der Formen stattgefunden hat.

Man darf natürlich diese Graphitausscheidung nicht mit einer solchen verwechseln, welche durch die Beschaffenheit des zum Guss verwendeten, vielleicht sehr heiss umgeschmolzenen Eisens hervorgerufen wird. Dieser tritt übrigens auch anders auf und zeigt nicht so glatte Flächen, sondern unreine schaumige Absonderungen.

§. 29. Der einzige Autor, der nach Mallet einen Versuch gemacht hat, die Wirkung des Kohlenstaubes und der Schwärze zu erklären, ist der Verfasser des Artikels über Eisenguss in Ure's dictionary of Arts & Manufactures. Derselbe vermuthet, dass das Schwärzen der Formen den Zweck habe, den Eisenguss von jeder

Digitized by Google

Mischung von Oxyd zu reinigen, resp. das Oxydiren zu verhüten. Diese Behauptung kann indessen nicht vollständig sich erfüllen, da die geringe Quantität von Holzkohlenstaub, welche in einer Form zur Anwendung kommt, unmöglich auf eine Eisengussmasse von mehreren Tons Gewicht einen bemerkenswerthen Einfluss auszuüben vermag.

Der Uebergang der Kohle in Graphit in Folge der angedeuteten Einwirkungen wird bewiesen durch natürliche Vorgänge, die sich aus der Beschaffenheit der vorkommenden Graphitlager ergeben.

Mallet citirt die Substanz der berühmten Passau-Tiegel, die aus einem graphitischen Thon gefertigt werden, dessen Lager als das Residuum eines schwachen Kohlenflötzes gelten kann, das in feuchtem Zustand stark erhitzt wurde und gleichzeitig einen bedeutenden Druck vulkanischer feurigflüssiger Felsmassen auszuhalten hatte.

Analoge Vorgänge sind in Schottland gefunden worden, woselbst Kohlenlagerstätten durch Trappgänge durchbrochen und in deren unmittelbarer Nähe vollständig umgewandelt sind.

Der Verfasser glaubt indess, dass die erwähnte Graphitausscheidung, auch die Art, wie sich z. B. der Graphit bei sehr gaarem Gange in der Schlacke der Hochöfen findet ohne die Gegenwart von Roheisenkörnern, nicht von einer direkten Umwandlung der amorphen Kohle herrührt, sondern aus einer Dissociation von Kohlenoxyd im Contakt mit heissglühenden Körpern sich entwickelt und in diesem Zustand den Krystallisationsgesetzen gehorchend, die Erscheinung der graphitischen Blätter bildet.

Die Ausscheidungen im Roheisen, auf die man hier verfallen könnte, sind anderer Art, als die auf dem Roheisen; die Umstände ihres Entstehens sind ebenfalls verschieden und in dieser Arbeit früher ausführlich beschrieben worden. Sie rühren im Allgemeinen davon her, dass ein sehr graues Eisen hitzig umgeschmolzen wird und in stark gestäubten Formen erstarrt. Je lockerer und dichter der Staub aufgesetzt

Digitized by Google

ist, um so graphitreicher werden die Stellen, ohne dass der Sand deshalb anbrennt.

Diese Hauptausscheidung in verschiedenem Maasse kann man am besten beim Guss von Platten sehen, welche in der Regel mit geringerer Sorgfalt angefertigt und theilweise mit dem Blech nach dem Stauben ausgestrichen werden. Nur die festgestrichenen Partien geben eine klare Gussfläche, die übrigen dagegen zeigen, namentlich wo der Graphit weggeschwemmt ist, Spuren des angebrannten Sandes oder starke Graphitausscheidungen, welche das Aussehen verschlechtern.

3) Darlegung französischer Ueberlieferungen und Ansichten über Formmaterialien.

§. 30. Wie aus den letzten Paragraphen ersichtlich, bewegen sich Mallet's Anschauungen nur auf der Grundlage englischer Verhältnisse und berühren selbst in dieser Hinsicht nur einzelne hervorragendere Fälle, ohne einer definitiven Lösung der ganzen Sandfrage näher zu treten.

In anderen Ländern, z. B. Frankreich und Nordamerika, wo die Giessereiindustrie eine gleiche Ausdehnung und Vervollkommnung erhalten hat, wie in Deutschland und England, ist noch weniger für die Aufklärung des nothwendigen Verhältnisses zwischen Gussanforderungen und Eigenschaften des Sandes geschehen.

In Frankreich, wo die Manipulation der Giessereien bereits im Jahrhundert Ludwig's des XIV. eine schriftliche Darstellung gefunden, die 50 Jahre später Swedenborg in seinem Werk über das Kupfer und die Bronce benutzt und in französischer Sprache angeführt hat — schrieb Launay d' Avranches 1827 den Manuel du fondeur, nachdem das Werk von Gaspard Monge über den Kanonenguss eine Branche der Giesserei bereits speciell behandelt hatte.

Die alten Vorschriften, die Hassenfratz in der Sideretechnik Bd. I. Nr. 278 giebt, citirt auch Launay im Kapitel der Materialien im Bd. I. S. 18 seines

Digitized by Google

Manuels. Danach nimmt man zur Förmerei überhaupt ein Gemisch von trocknem Sand und Thon, d. h. im Wesentlichen eine Zusammensetzung aus Kieselerde, Thonerde und etwas färbend auftretendem Eisenoxyd; dabei macht sich auch ein geringer Kalkgehalt bemerklich und es muss der Sand Bindung genug besitzen, um sich durch Pressung fest drücken zu lassen. Gleichzeitig darf er nicht zu fett sein und muss hinreichend Sand enthalten, um nicht zu reissen.

Launay giebt demnächst zu, dass er selbst seine neuangekauften Sande in Hinblick auf diese Vorschriften geprüft und namentlich bei der Darstellung von Gemischen künstlichen Sandes stets danach verfahren sei. Die Umgegend von Paris habe die verschiedensten Sortimente, die jedem Bedürfniss entsprechen, geliefert und es hätte nur geringer Zurichtung bedurft, den Sand in Verwendung zu nehmen.

Interessant ist es noch heut, was zu der damaligen Zeit über solche technische Fragen mit Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit festgestellt wurde.

§. 31. Die Pariser Giessereien bedienten sich damals schon, wie es noch heut der Fall ist, des Sandes von Fontenay-aux-Roses, der weich und bündig ist, sobald er mit Sorgfalt eingeweicht und gemahlen worden. Launay giebt für seinen äusserlichen Charakter den Ausdruck soyeux, seidenartig, an, den man durch schmiegsam wohl am besten, in unserem Sinne, wiedergeben könnte.

Für feine und delikate Gegenstände soll er ohne Widerspruch der beste sein und der erfahrene Gewährsmann behauptet sogar, dass es das einzige Material zum Abformen der Medaillen sei, welches die sämmtlichen Feinheiten solcher Gegenstände wiedergäbe.

Diese Feinheit des Gefüges hängt vielleicht mit einer anderen Eigenschaft zusammen, die Launay ebenfalls erwähnt und welche in einem geringeren Grad der Feuerbeständigkeit sich kundgiebt, als zur Herstellung grösserer Sachen erforderlich ist. Gegenstände, die langsam erstarren, also ein etwas grösseres

Digitized by Google

Volumen haben, veranlassen deshalb leicht ein Anbacken des Sandes und man war genöthigt, das an sich ausgezeichnete Material mit kieseligeren und feuerbeständigeren Sanden zu vermischen. Die hierzu brauchbarsten Sorten wurden in der Regel in der Umgebung von Versailles gewonnen, wo Launay mehrere Fundpunkte angiebt. Die beste Masse, d. h. das Material zu starken Stücken, kam in den Wäldern von Aulnay, hinter Sceaux bei Paris vor. Noch heutzutage wird die Hauptmenge der in den Pariser Eisen- und Broncegiessereien verwendeten Formmaterialien in den Thalausfüllungen des Pariser Beckens gefunden und die Vielartigkeit der Sande, von der Launay Beispiele anführt, giebt noch jetzt Veranlassung zur feinsten Ausbildung aller Giessereimanipulationen, auf welche Artikel dieselben sich auch beziehen mögen.

Es findet ein ähnliches Verhältniss wie um Berlin und Wien statt, nur dass Paris, als ältester Sitz der Luxusindustrie, ein gewisses Vorrecht behalten hat und in der Vollendung und dem zierlichen Aeussern des Gusses mehr leistet, als seine Nebenbuhlerinnen in Deutschland.

§. 32. Auch die Zubereitung der Sande zieht Launay in das Bereich seiner skizzirten Betrachtungen. Er legt namentlich Werth auf das starke Trocknen oder Brennen der Sande, welches auf Eisenplatten über einem Feuer geschieht. Die salzigen Bestandtheile sollen dabei unter Ausstossen kleiner violetter Flämmchen zerstört werden, indem sie decrepitiren, und der Sand zerfällt zu unfühlbarem Pulver.

Uns erscheint es, als ob zu Launay's Zeit der Feingusssand die Hauptnachfrage gebildet und jede Bestrebung darauf sich gerichtet hätte, das rohe Material zu feinem Medaillensand zuzurichten.

Den frisch zubereiteten Sand mischt man mit altem bereits gedienten Sand oder beim Beginn eines Betriebes, wenn kein solcher gebrauchter Sand vorhanden ist, mit Kohlenstaub. Wenn derselbe wie gebrauchter Sand wirken soll, dann ist zu vermuthen, dass der frische Sand im höchsten Grade fett und

Digitized by Google

masseähnlich ist, denn Kohlenstaub kann für mageren Sand auch die Rolle eines fetten übernehmen. Für gewöhnlichen Sandguss müssen nach Launay die Sande möglichst kohlehaltig sein und nur so viel Festigkeit besitzen, um ohne Bruch und Zerreissen den Druck auszuhalten, den man beim Formen anwendet; also auch hierbei muss die Kohle zur Magerkeit der Sande beitragen.

Staubbeimischungen machen den Sand weniger gasreich und geben gesundere und dichtere Güsse; hierbei wird aber nicht erklärt, warum in diesem Fall kein Kochen und Werfen des Eisens durch zu weitgehende Feinheit des Sandes stattfindet. Man sieht, dass die Notizen Launay's, die wegen ihres Alters und der Eigenthümlichkeit der Pariser Verhältnisse einiges Interesse besitzen, sehr viele Punkte berühren, aber durchaus keine eingehende Besprechung veranlassen können, indem sie das Detail ohne weitere Bedenken dem praktischen Aufseher der einzelnen Werkstatt überlassen. Im Verlauf seines Manuel giebt Launay zwar noch gelegentliche Mittheilungen, wir glauben indess genug gethan zu haben, wenn wir die Aeusserungen discutirten, welche der verdienstvolle Giessmeister der Vendomesäule in dem einleitenden Abschnitt über die Materialien gethan hat.

§. 33. Das oft citirte Werk von Guettier giebt über Formsande nichts Allgemeines; bei der Erwähnung der einzelnen Fabrikationsmethoden werden auch alle Fragen abgehandelt, die sich auf die Beschaffung und die Vorbereitung der Sande beziehen und dann mit steter Hinweisung auf den unmittelbar vorliegenden praktischen Zweck.

S. 283, §. 561 sind u. A. die Bedingungen aufgeführt, denen die Materialien des grünen Gusses entsprechen müssen und welche auch die Arbeit selbst zu respectiren hat. Aus denselben geht hervor, dass die französische Arbeit stets mit fetterem, fest backendem oder weniger porösem Sand geschieht, als die gewöhnliche ordinäre Sandförmerei.

S. 284, §. 562 giebt Guettier ein kurzes Resumé

Digitized by Google

der Eigenschaften, welche der rohe Sand besitzen muss, um die in der vorigen Nummer näher bezeichneten Manipulationen und technischen Kunstgriffe zum Gelingen zu bringen. Doch ist der Ausdruck so unbestimmt und wenig präcis, dass keine besonderen Definitionen sich darauf gründen lassen. Eine genaue Beschreibung der in Frankreich vorzugsweise vorkommenden Sande vermisst man vollständig und das dort Gesagte ist im Allgemeinen auf alle Verhältnisse anwendbar, die sich auf den grünen Sandguss beziehen und die wir in der Einleitung dieses Abschnittes bereits gegeben haben. Doch geht so viel aus den Mittheilungen Guettier's hervor, dass die französischen Sande durchschnittlich fetter sind, als die übrigen, was ja auch Launay anzudeuten scheint.

Bei Feinmassen empfiehlt Guettier Zusätze von Holzkohlenstaub, bei gewöhnlichem groben Sand Zusätze von Steinkohlenstaub und aus den Verhältnissen, unter denen der frische Sand zum bereits gebrauchten zugesetzt wird, geht ebenfalls hervor, dass die Sandedort fett und dauerhaft sind, also noch viel unzersetzte Silikate enthalten, welche im Verlauf des wiederholten Gebrauchs das plastische Element des Sandes wieder ergänzen.

In §. 564, S. 285 beschreibt Guettier die Vorbereitung des Sandes, welche indessen nur in passender Mischung besteht, welche dann das Material zu den auf das Modell gebrachten Schichten giebt, während der Rest der Formkasten mit gewöhnlichem, nur sorgfältig gesiebten rohen Sand angefüllt wird. Dadurch, dass man mit dem präparirten Sand in der angedeuteten Weise Haus hält und ihn nur da anwendet, wo er zu wirken berufen ist, kann man ohne erhebliche Mehrkosten für jede Art Arbeit eine besonders qualificirte Mischung sich herstellen.

Dieses Verfahren erfordert allerdings gewissenhafte und umsichtige Ueberwachung des Betriebes, um alle Formmassen, die im Laufe der Zeit nothwendig werden, unvermischt und auf derselben Qualität zu erhalten,

Digitized by Google

macht sich aber in dem Aussehen des Gusses und der gesteigerten Nachfrage sehr bald bezahlt.

4) Arbeiten von Schott.

§. 34. Um die Reihe der Citate zu beschliessen, sei es gestattet, einer Arbeit Erwähnung zu thun, welche sich hier am besten zufügen lässt, da sie die Erfolge behandelt, die in den Pariser Giessereien erreicht worden sind und sich bereits 1855 gelegentlich der ersten Ausstellung überzeugend herausgestellt haben. Schott aus Ilsenburg bespricht in einem Aufsatz, der sich unter die Verhandlungen der XIV. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure, Wien 1865, aufgenommen findet, die Eigenthümlichkeiten guter Formsande, ihre Verbesserungen, wie auch die hierzu einzuschlagenden Wege.

Er geht von den in Paris durch Mischen erzeugten Sanden aus und erwähnt vorzugsweise viererlei Sorten, von denen zwei eine röthliche und die übrigen zwei eine graugelbe Färbung besassen.

Graugelben Sand aufzufinden gelang Schott in Ilsenburg ziemlich selten, und konnte ein ähnliches Verhältniss, wie hier von Thon zu Kiesel bestand (oder von Lehm zum Sande) nur dadurch erreicht werden, dass der in Ilsenburg vorkommende lehmartige Sand zum Theil roth gebrannt und mit ungebranntem Sand gemischt wurde, um durch die gebrannten Theile den fehlenden Kiesel zu ersetzen.

Ein sorgsames und genaues Durcharbeiten musste die Beschaffenheit der Mischung dem natürlichen Zustand so ähnlich als möglich machen.

Vermittelst Kugeltrommeln und Beutelung mit Schlagsiebwerken vollzieht Schott die ganze Zubereitung und Mischung und verfährt dabei mit solcher Vorsicht, dass er auch die Umdrehungszahl seines Mahlapparates im Auge behält, um nicht die Centrifugalkraft der Kugeln so zu steigern, dass sie zu rollen aufhören und an der Peripherie hängen bleiben.

Durch die so ausgeführten Zerkleinerungsarbeiten

Digitized by Google

glückte es Schott, aus gebranntem und frischem Lehm eine brauchbare Mischung darzustellen, doch war dieselbe immer noch zu dicht, d. h. zu wenig porös; der Guss darin veranlasste leicht Explosionen und es fehlte der scharfe grobe Gemengtheil, welcher die Pariser Sorten so sehr auszeichnet und sich namentlich in den rothgefärbten Varietäten vorfindet. Versuche mit Sand ergaben kein Resultat (wahrscheinlich wegen der rundlichen Form des gewöhnlichen groben Sandes älterer Formationen), wogegen es Schott gelang, mürbe, zu Bauzwecken wenig brauchbare Sandsteine durch Zerstampfen und Vermahlen zu einem passenden Gemengtheil seiner beabsichtigten künstlichen Formmasse zu machen.

§. 35. Um die Verhältnisse der Mischung möglichst genau zu bestimmen, welche den verlangten Leistungen entsprachen, und um ein praktisch brauchbares Maass bei der Zubereitung des künstlichen Formsandes zu gewinnen, wurde die Porosität der erzielten Sandmischungen zum Gegenstand von Versuchen gemacht.

Man glaubte hierbei um so richtiger zu verfahren, als sich bei sonstiger Gleichheit sämmtlicher Charaktere in den verschiedenen Mengen derselben Mischung ein abweichendes Verhalten, dem Einfluss des flüssigen Eisens gegenüber, zeigte und der Guss in dem einen Falle ganz ruhig, im anderen dagegen mit Störung verlief. Der sich ballende plastische Formsand besitzt bekanntlich die Eigenschaft, Wasser in bedeutender Menge aufzusaugen, ehe sich ein bleibendes Nässen einstellt und er saugt um so mehr Wasser auf, als er poröser ist. Man benutzt diese Eigenschaften, um bei dem Ausputzen und Ausbessern der Formen die etwa bröckelnden Kanten durch Betupfen mit einem ausgedrückten Wasserpinsel zum Stehen zu bringen; da hierbei der Sand keine Formveränderung erleiden darf, so wird das Mittel nur in mässiger Weise angewandt.

Es handelt sich hier ja um nichts weiter, als das Austrocknen isolirt stehender Theile der längere Zeit

Digitized by Google

geöffnet stehenden Form wieder gut zu machen und dem bereits comprimirten Sand die nothwendigste Feuchtigkeit zurückzugeben.

In Ilsenburg verfiel man nun auf den Gedanken, gleichgrosse Sandkugeln oder Würfel, in demselben Grad gepresst wie Sand, in einer fertigen Form mit Wasser zu sättigen und aus der Menge des Wassers einen Schluss auf den Porositätsgrad des Sandes zu ziehen. Schott formte nun derartige Sandkörper von gleichem Durchmesser und wog sie; dann beträufelte er sie so lange mit Wasser, als sie dasselbe einzogen. Sobald sich Spuren bleibender Nässe zeigten, wurde das Benetzen unterbrochen und der Sandkörper wieder gewogen.

„Der Körper nun," sagt Schott in seinem Vor-„trage, „der bis dahin das meiste Wasser dem Ge-„wicht nach aufgenommen hatte, gab an, dass er bei „gleicher Consistenz und gleicher Fähigkeit, scharfe „Eindrücke anzunehmen, dem Durchlass der Gase die „meisten Wege darbietet und führte nun auf die gleich-„bleibende Mischung der verschiedenen Sandsorten."

Dieses Maass für die Porosität der Sande muss dann die besten und genauesten Resultate geben, wenn die Sande sehr mager sind; bei fetteren Sandmassen und lehmartigen Formmaterialien dagegen wird diese Prüfungsmethode nicht den gewünschten Erfolg haben, hier kommt es aber auch gar nicht auf Porosität an, da die Verwendung des Materials eine ganz andere ist.

§. 36. Bei der Zubereitung der künstlichen Sandgemische machte Schott noch die Erfahrung, dass kohlensäurehaltige, d. h. kalkige und mergelige Sande den nachtheiligsten Einfluss auf die Qualität der Güsse, selbst in den kleinsten Mengen ausüben können.

Um das Verhalten der Gemengtheile künstlicher Sande sowohl, als auch fertiggebildeter Formsande in dieser Richtung zu prüfen, thut man gut, durch einen Aufguss von Säure (Schott wendet Schwefelsäure an), eine Entbindung von Kohlensäure zu provociren.

Digitized by Google

Bei der Darstellung künstlicher Sande und bei der Verbreitung gewöhnlicher natürlich vorkommender Formmaterialien bedient man sich bekanntlich eines Zusatzes von Kohlenstaub, der nach Schott namentlich verhindern soll, „dass sich die Gase nicht mit den Sandmassen vereinigen.“

Der Verfasser gesteht, dass der Ausdruck ihm nicht recht verständlich erscheint, und vermuthet nur, dass der geehrte Urheber desselben den Kohlenstaub als Porositätsmittel ansieht, welches den Gasen neue Auswege eröffnet. Eine andere Hypothese, welche eine vollständige Absorption der entstehenden Formgase durch die Holzkohlenpartikelchen des Formsandes supponirt, hat keine grössere Wahrscheinlichkeit für sich, als die Annahme, dass eine Vereinigung der Gase mit der Sandmasse verhindert werde.

Für feinere Güsse lässt man den Staub aus Holzkohlen darstellen und besonders aus kurzfasrigem härteren Holz; Schott empfiehlt namentlich Birkenholzkohlen und betont besonders die Herstellung des Staubes durch Stampfen, weil das Mahlen in den vorerwähnten Kugeltrommeln nur Nadeln und keine Körner bildet. Die Körner sind aber für das Einstäuben der fertigen Form nothwendig, denn sie geben die saubersten Abgussoberflächen.

Gröbere Güsse kann man unter Beimischung von Steinkohlenstaub darstellen, weil es hier weniger auf das Aussehen des Gusses ankommt; um jedes Steinkohlenkörperchen bildet sich nach Schott eine Gasschicht, welche das Eisen unruhig macht und ein fleckiges Aussehen der Oberfläche desselben hervorruft.

Man muss hierbei erwägen, dass eine Giesserei, welche hauptsächlich für künstlerische Zwecke arbeitet und vor Allem auf Schönheit zu sehen hat, unbedingt das Material zu nehmen hat, welches den Fabrikationszwecken am Besten zusagt, wenn es auf den ersten Blick auch ökonomisch vortheilhafter wäre, ein anderes billigeres und bequemeres Material zu beschaffen.

Bei Giessereien mit ausgedehntem Debit der ver-

Digitized by Google

schiedenartigsten Natur ist man weniger ängstlich und mengt unter den Sand stets Steinkohlenstaub, bestäubt aber die Formenflächen selbst mit Holzkohlenpulver, um allen Anforderungen möglichst zu genügen.

5) Arbeit von Remelé über die Sandbildungen.

§. 37. Aus den angeführten Untersuchungen Reinhardt's, Mallet's, Karmarsch's, Guettier's, Launay's und Schott's ist zur Genüge die Unvollständigkeit der bestimmten Erfahrungen klar geworden, die wir zu dieser Stunde über Formsande besitzen. Keiner der genannten Ingenieure hat den Sand überhaupt als Ganzes betrachtet, jeder griff die ihm als technisch brauchbar bekannten Formmassen heraus und besprach dieselben, unbekümmert um die unvermeidliche Einseitigkeit seiner Schlüsse und Grundsätze. Es ist aber für den Giesser dieses ganze Capitel von solcher Wichtigkeit, dass man jeden Versuch dankbar acceptiren muss, der danach strebt, die Gesammtheit der Sande zusammenzubringen und gemeinsame Eigenschaften derselben aufzusuchen, die dann zu speciellen Deduktionen führen können.

In dieser Beziehung gestattet sich der Verfasser den im ersten Hefte des Notizblattes des deutschen Zieglervereins, IV. Jahrg. mitgetheilten, bei der damaligen Generalversammlung gehaltenen Vortrag von Dr. Ad. Remelé zu benutzen. Dr. Remelé versucht, allerdings vorzugsweise mit Hinblick auf die Verwendung des Sandes als Bestandtheil der Ziegel, den Sand zu charakterisiren, knüpft aber daran auch einige Hinblicke auf die metallurgische Verwendung desselben, sowohl zu feuerfestem Baumaterial, als auch zu Formmassen.

Von Interesse ist die gleich am Eingange des gedachten Vortrags ausgesprochene Charakteristik des Naturprozesses, dem der Sand im Allgemeinen seine Erzeugung verdankt. Im Gegensatz zum Thon, den Dr. Remelé als ein ausgezeichnetes Resultat chemi-

Digitized by Google

scher Zersetzung ausgedehnter Mineralmassen ansieht, charakterisirt er den Sand als Produkt einer im grossartigsten Maassstabe auftretenden mechanischen Zerstörung von Felsarten und tritt den Beweis für die Richtigkeit seiner Definition durch die Entwicklung der einzelnen Zerstörungsphasen an. Beginnend mit dem erratischen Blocke, welcher als Bestandtheil höchster Gebirgsgrate von Gletschermassen nach den Thälern transportirt wird und übergehend zu den an den Seitenwänden der Gletscherthäler losgestossenen und gebrochenen Brocken, welche die Seiten- und Endmoränen der Gletscher bilden, gelangte der Vortragende endlich zur Schleif- und Schlämmarbeit der Bäche und Flüsse, der Ströme und Meere, schliesslich der Luftströme.

Dies letzte Stadium, — die Dünenbildung, eine strichweise Anhäufung der feinsten Gesteinstrümmer, tritt überall da ein, wo permanent herrschende Winde auf die zerriebenen Felstheile wirken und sie mit sich führen. Man findet dergleichen Dünen sowohl an den Küsten, als auch tiefer landeinwärts abgelagert und durch ihre eigenthümliche Form leicht kenntlich.

§. 38. Nachdem Dr. Remelé die wichtigsten Ursachen der Felszertrümmerung mitgetheilt, kommt er auf Grösse und Gestalt der Trümmer, welche er als ausserordentlich verschieden hinstellt. Bald sind es grössere Fragmente mit mehr oder minder gut erhaltenen scharfen Kanten und Spitzen; bald rundliche haselnussgrosse bis faustdicke Stücke, deren Oberfläche durch Gewässer abgeglättet worden ist, d. h. sogenannte Rollsteine, Rollkiesel oder Geschiebe. In anderen Fällen ist die Zerkleinerung weiter vorangeschritten und man hat nur noch ein unfühlbares Pulver vor sich, staubförmige Massen, die sich im Wasser suspendiren und im angefeuchteten Zustande einen äusserst feinen Schlamm bilden; der Schluff der Thonlager, ein fein zertheilter Mineralstaub, bildet hier das äusserste Glied der ganzen Reihe, obwohl unseres Bedünkens der sogenannte Staub der Formsande ein sich immerwährend erzeugender, aus der ge-

Digitized by Google

genseitigen Abnutzung der Körner entstehender feiner, meist unplastischer Körper, einen noch höheren Grad der Vertheilung besitzen mag, als der Schluff aus den Thonlagern.

Der gewöhnliche Sand steht nach Dr. Remelé zwischen Schluff und Rollstein mitten inne und begreift alle Trümmermassen von der Grösse einer Erbse abwärts bis zu einer fast pulverigen Feinheit, die jedoch zwischen den Fingerspitzen noch deutlich die einzelnen Körner unterscheiden lassen.

Die Grenze zwischen feinem Sand und Schluff kann man nach Dr. Remelé noch schärfer dahin angeben, dass man bei dem Schluff mit bewaffnetem Auge nicht mehr die lamellare Struktur der einzelnen Körner erkennen kann, welches bei dem Sand selbst noch ganz gut möglich ist. Auch offenbart der Schluff, im Sonnenschein von einer Fläche aufgeblasen, eine steigende Tendenz, während minder fein zertheilter Mineralstaub, also feinster Sand, sich bald zu senken beginnt.

Die Schluffe sind nicht eigentlich plastisch, sie vermögen nur schmierig zu werden, wie manche Formmassen, sobald sie mit einem Ueberschusse von Wasser angerührt werden.

§. 39. Hinsichtlich der mineralogischen Zusammensetzung der Sandsorten bemerkt Dr. Remelé, dass dieselbe ausserordentlich verschieden sein kann und sich stets nach der Natur der Felsarten richtet, welche das Material der Zerstörung überliefert haben. Z. B. sind die Sande des Rheinthals meist granitischer Natur, indem sie fast sämmtlich aus der Zertrümmerung granitischer Gesteine der umgebenden, namentlich der Quellengebirge, entstanden sind. Man unterscheidet darin bequem Quarz, Feldspath, Glimmer, auch Talk, also alle hauptsächlichsten Bestandtheile der ursprünglichen festen Felsart. Dr. Remelé theilt einen interessanten Fall mit, wo ein in der Nähe rein granitischen Sandes am Niederrhein zwischen Crefeld und Geldern abgelagerter Sand einen bedeutenden Kalkgehalt zeigt; ob der betreffende Sand

Digitized by Google

Stückchen von Kalkspath aufweist, die seinen Ursprung auf krystallinischkörnigen Kalk zurückführen liessen, oder ob ihn die Trümmer eines kalkhaltigen Sandsteins bildeten, ist nicht mitgetheilt. Die weite Entfernung der Ablagerung von der Quelle des Stroms lässt den letzten Fall als den wahrscheinlicheren annehmen.

Unter anderen Gemengtheilen der Sande erwähnt Dr. Remelé noch das Titaneisen und das Magneteisen, die in feinen pechschwarzen Körnern neben durchsichtigen oder schmutzig weissen Quarzkörnchen liegen und von dem Eisenerzgehalt mancher krystallinischen Massengesteine herrühren. Beträchtliche Ablagerungen dieser Sande finden sich in der Nähe von Köpenik am Ufer des Müggel-Sees.

Fragt man nun, welcher Bestandtheil von allen diesen am verbreitetsten ist, so ergiebt sich als vorherrschendes Glied der Quarzsand, d. h. der vorwiegend aus krystallisirter Kieselsäure bestehende Sand. Doch sind alle Sande mehr oder weniger Quarzsande, weil der Quarz wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen chemische Zersetzung und Zermalmung am besten die Zerstörung übersteht und zugleich als regelmässiger Bestandtheil der meisten verbreiteten Eruptivgebilde auftritt.

§. 40. Nicht immer verharren aber die als Zersetzungs- und Zertrümmerungsprodukte massiger Gesteine vorkommenden Sande in ihrem losen Zustand; sie bilden sehr häufig zusammenhängende Massen und eine besondere Classe fester Gesteine, die Trümmergesteine. Dieselben zeigen in ihrem Gefüge einen ähnlichen Formenreichthum wie die Trümmer selbst und man kennt eine Reihe von Benennungen, welche sich auf verschiedenartige Texturen beziehen.

Pudding, Breccien, Conglomerate bezeichnen verschiedene Arten grobgefügter, aus ganzen oder zertrümmerten Rollstücken zusammengebackener Gesteine; Sandsteine nennt man hingegen alle aus Sanden, d. h. relativ feinkörnigen Trümmergesteinen zusammengesetzten Gebirgsarten. Sandsteine, die

Digitized by Google

hier vorzugsweise interessiren, sind nichts weiter als zusammengekitteter Sand und die Natur des Kittes begründet eine besondere Eintheilung der hierher gehörenden in grosser Zahl und in sämmtlichen geologischen Altersfolgen vorkommenden Gesteinsarten.

Es giebt 1) thonigen Sandstein und 2) kalkigen Sandstein, je nachdem das Bindemittel der Quarzkörner thoniger oder kalkiger Natur ist; der dolomitische Sandstein, dessen Kitt aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia besteht, lässt sich dem kalkigen Sandstein anschliessen.

Ein kieseligthoniger Sandstein und ein mergeliger Sandstein bilden Unterabtheilungen, welche sich an jene Hauptclassen anreihen und nur etwas im Charakter davon abweichen. Dr. Remelé führt für alle die erwähnten Classen bestimmt ausgewählte Beispiele an und geht alsdann zu zwei selteneren Unterabtheilungen über, dem eisenschüssigen Sandstein und dem kohlehaltigen Sandstein, die weniger Wichtigkeit besitzen, da ihr Vorkommen an ganz bestimmte Bedingungen geknüpft ist. Asphaltsandsteine, Quarzsandsteine (mit quarzigem Kitt), cementirte Sandsteine, in denen der Kitt kaum zu erkennen ist, gehören ebenfalls hierher, bezeichnen aber nur Varietäten von vereinzeltem Vorkommen und ganz lokaler Wichtigkeit.

Was nun die geologische Verbreitung der Sandsteine anbetrifft, so giebt Dr. Remelé ein interessantes Tableau der sämmtlichen unter diese Rubrik gehörenden Glieder aller Formationen und fügt dazu die feineren Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Gesteine.

Besonders hervorgehoben werden dabei der devonische „alte rothe Sandstein" der Engländer, der Kohlensandstein, das Rothliegende und der Vogesensandstein unter der paläozoischen Formation; der Buntsandstein, der Keupersandstein, der Liassandstein, der Grünsand und der Quadersandstein unter den secundären Schichten; der Sandstein von Fontainebleau und der Molassesandstein unter den tertiären Gesteinen

Digitized by Google

und endlich der jüngste Meeressandstein unter den quaternairen Gebilden.

§. 41. Der vorstehenden geologischen Uebersicht der Sandsteinreihe lässt Dr. Remelé die Betrachtung über den Gebrauch der Sande und Sandsteine in der Industrie folgen und stellt vor Allem als Grundsatz der Verwendung solcher Sandsteine die gewonnene Erfahrung auf, dass nur ein starkes Vorherrschen der Kieselsäure die Qualität eines feuerfesten Sandsteines bedinge. Dieser Erfahrungssatz ist eigentlich auch auf die Sande selbst ganz gut anwendbar, in sofern das Auftreten der Kieselsäure auch hier das wichtigste Kennzeichen für die Brauchbarkeit des Sandes ist.

Hinsichtlich der Formsande recapitulirt Dr. Remelé das an andern Orten von mir u. A. Gesagte und stellt folgende vier Gruppen von Anforderungen auf, die an einen Sand gemacht werden können, den man zum Giessereibetrieb verwenden soll:

1. Bildung einer cohärenten widerstandsfähigen Masse nach dem Formen, um sowohl den Druck des flüssigen Metalls, als auch das Treiben desselben auszuhalten.
2. Porosität des festgestampften Materials zur leichteren Entfernung der Luft beim Guss, weswegen die Gegenwart feinen Mineralstaubes sowohl als die Anwendung rein thonigen Sandes vermieden werden muss.
3. Feuerbeständigkeit und Nichtadhäsion nach erfolgtem Guss; es dürfen mithin keine flussbefördernden Basen, Kalk, Eisenoxyd etc. im Sande enthalten sein.
4. Abwesenheit von gasbildenden Körpern, d. h. solchen, welche in der Hitze Gase enthalten können, also kohlensaure Salze etc.

Demnächst bezeichnet Dr. Remelé noch einzelne besonders qualificirte Sandarten und macht dabei auf ihre Verwendung zum feinen Metallguss, gewöhnlichen Sandguss, Kanonen- u. a. Massenguss, Lehmguss aufmerksam, indem er die Sande aus dem märkischen

Digitized by Google

Braunkohlengebirge und aus den Diluvialablagerungen bei Berlin speciell citirt.

Die übrigen Mittheilungen des interessanten Vortrags gehören nicht hierher, sondern beziehen sich meist auf die anderweitigen Verwendungen von Sand und Sandsteinen.

Abtheilung b. *Von der Masse und dem Lehm.*

§. 42. Von den ausser den verschiedenen Sanden noch als Formmaterialien angewandten Substanzen sind es vorzugsweise zwei, die hier noch besonders erwähnt werden müssen: Masse und Lehm.

Unter Masse versteht man in der Regel alle jene Substanzen, welche bei sandähnlichem Charakter doch so wenig Porosität und so viel Plasticität besitzen, dass sie ohne weitere Vorbereitungen zum Guss nicht tauglich sind.

Diese Vorbereitungen beschränken sich meistentheils auf ein gehöriges Brennen der fertig gemachten Form selbst, ausserdem giebt man noch gern magere Zusätze, welche gleichzeitig die Plastizität vermindern und die Porosität vergrössern sollen.

Solche Zusätze sind ausser bereits gebrauchter Masse: grober scharfer Sand oder Chamottekiese von festen Steinen, dann organische Substanzen; für feinere Sande Kälberhaare, für gröbere gesiebter Pferdemist oder feingeschnittenes Stroh oder Häcksel.

Die Menge dieser Zusätze richtet sich nach dem Gehalt der Masse an plastischem Thon; je fetter eine Masse ist, desto mehr kann sie solche Zusätze vertragen und desto stärker muss auch das Verhältniss gewählt werden, um den gewünschten Effekt hervorzubringen.

Andere Beimengungen sind selten; von milderer Wirkung, aber sehr ausgleichend ist der Zusatz von Steinkohlenstaub, der bei ausserordentlich mageren Sanden bündig, bei fetten Substanzen dagegen lockernd

Digitized by Google

wirkt. Der Zusatz daran darf natürlich nicht sehr gross sein, denn dieser Staub erzeugt bei dem Contakt mit flüssigem Eisen Verbrennungsgase, die, sobald sie in grösserer Menge auftreten, Nachtheile im Gefolge haben können und den Guss beschädigen.

Ausser den genannten Vorbereitungen ist es noch nothwendig, die rohe Masse selbst möglichst homogen zu machen, denn auf ihrer natürlichen Lagerstätte ist sie es nicht und bei der Förderung derselben, die doch stets in feuchtem Zustande geschieht, ist es eben so wenig möglich, darauf hinzuarbeiten. Man lässt sie am besten auf einem bedeckten, sonst freien Raum abliegen, nachdem sie in möglichst dünnen Lagen aufgefahren worden ist, und sticht dann ganze Streifen des Haufwerks ab, die Böschungen selbst möglichst wenig berührend und nach Sektoren der Grundfläche sich richtend. Diese Portionen trocknet man bis zur völligen Entfernung des Wassers und bringt sie dann auf eine Mühle, mahlt sie ganz klar und giebt dann erst die beabsichtigte Beimengung.

§. 43. Massen oder fette Sande, welche gleich im rohen Zustande schätzbare Eigenschaften zeigen, müssen natürlich vor jedem schädlichen Witterungseinfluss besonders bewahrt werden; doch empfiehlt sich diese Vorsicht auch bei jeder andern Formmasse schon aus dem Grunde, dass es bei offener Lagerung nie möglich ist, gleichmässige Resultate zu erzielen; eine längere Zeit abgelagerte Masse wird stets andere Eigenschaften haben, als eine nur kurze Zeit nach dem Fördern in Gebrauch genommene.

Da nun die Ablagerung im Freien sowohl wie unter Dach nur zu gewissen Zeiten neu ergänzt werden kann, die Haufen oder Halden in der Regel sehr gross sind, so arbeitet selbst eine grosse Giesserei oft jahrelang mit einer Förderung, deren Beschaffenheit sich nach dieser Zeit wesentlich geändert haben muss. Auch da überall, wo die Qualität der frischen Masse eine bestimmte Vorbereitung erfordert, deren Details man erst nach jahrelangen praktischen Versuchen und Mühen ausfindig macht, kann man keinen

Digitized by Google

so unbestimmten Faktor, wie es der Einfluss der Witterung auf Mineralsubstanzen ist, in Mitwirkung ziehen, sondern muss dieselbe fernhalten.

Es ist aus diesen Gründen, wie auch aus ökonomischen Rücksichten nicht gut, grössere Mengen von Masse aufzustapeln, sondern höchstens einen Jahresbedarf und selbst dieses nur in dem Falle, dass die Lokalität der Fundstätte es unmöglich macht, öfters als einmal im Jahre zu fördern, und man sich deswegen den Besitz des nothwendigen Materials sichern will.

Der Verbrauch an Masse ist selbst in grossen Giessereien nur ein geringer, da die in solchen Formen angefertigten Gussstücke meist grosse und complicirte Formen haben, deren Herstellung längere Zeit in Anspruch nimmt. Jede Masseform, selbst die einfachste erfordert 2—3 Tage Zeit, schon des Brennens wegen; die eigentliche Förmerei dauert indess nicht viel länger, als bei gewöhnlichem grünen Guss. Man würde, gleiche Fabrikationsquantitäten vorausgesetzt, für den Masseguss einer bestimmten Betriebsperiode nie mehr Masse als $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Verbrauchs an frischem Sande gebrauchen, in manchen Fällen sogar weniger, wo die Masse sich leichter regenerirt als der frische Sand.

Das Verhältniss des Massegusses zum Sandguss ist aber nie so stark und in den besteingerichteten Giessereien selten grösser, wie 1 zu 10, weil man nur das Unvermeidliche im Wege des zeitraubenden und kostspieligen Massegusses herstellt und es in der Vervollkommnung des frischen Gusses an einigen Orten, z. B. Chemnitz, so weit gebracht hat, dass man selbst stärker treibende Sachen grün giesst.

§. 44. Beispiele für Mischungsverhältnisse und Charakter der Massen sind noch seltener vorzufinden, als sie bei dem Sand sich in der Literatur vereinzelt darbieten. Die geringere Ausdehnung des Massegusses überhaupt, die geringere Empfindlichkeit der Masse selbst, deren Trocknen oder Brennen häufig allein genügt, um gute Resultate zu geben, Alles dieses zusammengenommen ist Ursache, dass bisher wenig Ge-

Digitized by Google

wicht auf die Ermittelung der normalen Eigenschaften der Masse gelegt worden ist.

Die Masse besteht aus einem mehr oder weniger feinen Sand, der mit Lehm gemischt und in vielen Fälllen auch durch Mineralstaub, jenen der Anwendung des Formsandes so sehr störend entgegentretenden Bestandtheil aller Trümmerlagerstätten, verunreinigt ist.

Diese 3 Gemengtheile bedingen durch ihr jeweiliges Vorherrschen den Charakter der Masse selbst und dazu tritt nun noch das Korn oder Gefüge des Sandes, welches, wie bei den eigentlichen Formsanden, gleichförmig oder ungleichförmig, grob, mittel, gross oder fein sein kann.

Ein anderer Unterschied, der von der Genesis der Masse abgeleitet werden kann und der vorwiegend geologisches Interesse besitzt, ist der zwischen anstehender und transportirter Masse. Unter anstehender Masse versteht man eine durch Verwitterung eines anstehenden Gesteines, z. B. eines thonigen Sandsteines oder eines Conglomerats entstandene, noch an derselben Stelle befindliche Lagerstätte, während alle Anschwemmungen die Classe der transportirten Masse ausmachen.

Die Substanzen beider Classen zeigen ein ebenso verschiedenes Verhalten, als es die Sande von analogem Ursprunge darlegten; nur ist hier bei den Massen in Folge der etwas energischeren Behandlung bei deren Verbrauch das Charakteristische der beiden Arten noch gesteigert und die Physiognomie eine weit markirtere.

Während man die grünen Sande einfach comprimirt, trocknet man zunächst die Massen, mahlt sie, mischt sie mit verschiedenen fremden Substanzen und stampft sie unter reichlicher Anwendung von Feuchtigkeit zu steinharter Consistenz zusammen; damit nicht genug, werden die soweit fertigen Formen scharf getrocknet, mit Schlichten überzogen und oft ein zweites Mal einer starken Hitze ausgesetzt.

Digitized by Google

Dadurch treten die Verschiedenheiten stärker hervor, obwohl hierdurch die Beimengungen selbst etwas ausgeglichen werden können.

Betrachtet man die verbrannten Massen der verschiedenen Giessereien, so sieht man leicht, wie verschieden das Gefüge, die Farbe und das sonstige Aussehen bei den gebrauchten Massen sein kann. Ein paar vereinzelte Beispiele aus der Praxis erläutern diese Behauptung am besten.

§. 45. Die Masse, deren man sich auf den oberschlesischen Giessereien bedient, z. B. Eisengiesserei bei Gleiwitz und Eintrachtshütte, stammt wesentlich von der Thalanschwemmung in dortiger Gegend und ist weiter Nichts, als eine Art mageren Lehmbodens, der durch organische Reste dunkelgefärbt ist und ein ziemlich grobes und dabei ungleichförmiges Gefüge besitzt. Ausser Sand von nicht besonders scharfem, sondern mehr abgerundetem Korn finden sich darin ein hellfarbiger ungleich vertheilter Lehmgehalt, der namentlich in den tiefern Lagen stark vertreten ist und eine nicht unbedeutende Menge von Mineralstaub oder feingeriebener Erde, die hauptsächlichste Trägerin der organischen und humusartigen Bestandtheile. Die relativ grössere Quantität dieses humösen Staubes wirkt nicht günstig auf die Qualität der Masse, da sie die Lockerheit derselben und die Porosität ausserordentlich vermindert. Man versucht diesen Mangel durch verschiedene Zusätze von nicht bündiger Natur auszugleichen, z. B. durch gebrannte oder wenigstens schon gebrauchte Masse, welche ihre plastische Beschaffenheit bereits theilweise verloren hat.

Da aber bei diesem Gebrauch keine Agglomeration der einzelnen Theile stattgefunden hat, sondern die Korngrösse sich theils gleichgeblieben, theils durch das Zerspringen vieler Körner durchschnittlich verkleinert worden ist, so hat das angewandte Hülfsmittel keine rechte Wirkung und es gelingt nicht, der Masse auf diese Weise eine Lockerheit zu geben, die von wirklichem Erfolge ist.

Digitized by Google

Man ist dann bei der Anfertigung der Formen selbst gezwungen, für eine möglichst reichliche Ableitung der Luft zu sorgen, indem man Windzüge in grosser Zahl durch Einstechen von Luftnadeln bildet, doch hindert dieses Mittel nicht, dass die eigenthümliche Beschaffenheit der Masse den Guss beinflusst.

Am besten wirkt die Beimischung sehr groben scharfen Sandes oder gemahlenen grobkörnigen Sandsteins.

In Eintrachtshütte wurde früher der grobe Sandstein der Kohlenformation in den eben geleerten Cokesöfen der Hütte vor deren Wiederbesetzung glühend gemacht und dann möglichst schnell in kaltes Wasser geworfen, um sich leichter zerkleinen zu lassen. In grobe Stücke gestampft, liefert er einen scharfkantigen Sand, der mit frischen Massen vermischt gute Resultate gegeben haben soll, um so mehr wahrscheinlich, als sich der Sandstein überhaupt durch thoniges Bindemittel auszeichnet.

§. 46. Die Masse, welche in den Berliner Giessereien vorzugsweise angewendet wird, ist selten von der Schwere und Dichtigkeit, wie die der oberschlesischen Giessereien, dennoch giebt man auflockernde Zusätze, welche meist aus dem scharfen Mauersand bestehen, der sich in manchen Schichten des Diluviums findet. Durch das scharfe Korn dieses sandigen Gemengtheiles wird die Bündigkeit der Masse in hohem Grade erhöht, ohne eines starken Lehmgehaltes zu bedürfen und bei der Verwendung selbst einen starken Brand zu erfordern.

Die scharfeckigen Körner nur mit dünnen Schichten lehmiger Theile bedeckt, adhäriren ausserordentlich fest aneinander, indem sie ihre Spitzen durcheinander schieben, und gewähren selbst bei festem Stampfen der Luft hinreichenden Durchgang.

Ein ganz ähnliches Verhalten zeigen die sächsischen Formmassen und Sande, nur mit dem bemerkenswerthen Unterschiede, dass es Zersetzungsprodukte von thon- und glimmerreichen Sandsteinen sind, die noch in unmittelbarer Verbindung mit der primitiven

Digitized by Google

Lagerstätte stehen. Die Berliner Massen, soweit sie einen natürlichen Gehalt an scharfkörnigem Sand bereits besitzen, gehören dagegen zu der grossen Classe von Sanden, denen der Thongehalt erst durch Verschlämmung zugeführt wurde, die also ursprünglich eine vollständig magere und scharfkörnige Beschaffenheit zeigen.

Die Formmassen, welche in den Giessereien von Chemnitz und Zwickau angewendet werden, stammen aus der Arkose- und Glimmerformation des Rothliegenden, welches das Schieferplateau des Erzgebirges im Norden umsäumt, und zeigen alle sehr lebhafte rothe Farben und ein grobes Korn bei magerem Anfühlen. Trotzdem ist immerhin der Thongehalt nicht unbeträchtlich und stets ein Trocknen der Formen nothwendig, obwohl die Lockerheit der Masse dieses nicht in gleichem Grade erfordert, als bei festeren und feinkörnigen Materialien.

In einigen Giessereien, z. B. der weitläufigen Giesserei von Richard Hartmann in Chemnitz, versteht man es, das Trocknen der Formen selbst für ganz grosse Sachen vollkommen zu vermeiden und zwar durch Vergrösserung der Lockerheit des Sandes, d. h. Beimengen bereits gebrauchter Masse oder groben Sandes.

Diese Mischung steht sehr gut, selbst bei 3 bis 4 Zoll starken Maschinentheilen von grosser Ausdehnung und giebt zu keinem Abschwemmen oder Angreifen der Masse Veranlassung. Andere Giessereien desselben Ortes scheinen nicht im Besitze dieser Methode zu sein, denn sie trocknen jede einzelne Form mindestens durch Einhängen von Kohlenpfannen.

§. 47. Die sogenannten Feinmassen, d. h. Feingusssande gehören, obwohl von verschiedenem Charakter, doch ihrer Zusammensetzung nach unter die übrigen Formmassen und sind, wie diese, aus Sand und Thontheilen zusammengesetzt, so dass ein Trocknen erforderlich ist, um die Formen zum Gusse tauglich zu machen.

Hier kann man den neueren Aufschlüssen nach

Digitized by Google

zwei Abtheilungen machen, die erste Abtheilung umfasst alle Massen von höchst homogenem, fein aufgeschlämmten Charakter, welche vor dem Gebrauch nur sorgfältig durchgesiebt zu werden brauchen, um gute Erfolge zu geben.

Solche Massen sind gegen Regen sehr empfindlich, denn ein häufiges Benetzen und Waschen spült an einigen Stellen den Lehmgehalt fort und häuft ihn an anderen Stellen wieder an, je nach der Beschaffenheit des Lagerplatzes. Im Allgemeinen wird eine solche Masse durch das häufige Nasswerden magerer und zum grünen Guss geeigneter.

Das Vorkommen dieser Feinmassen ist sehr verschieden, knüpft sich aber stets an solche Formationen an, welche entweder in höchst ruhiger ungestörter Weise sich ablagern konnten, oder in deren Nähe lockere verwitterbare thonige Massen sich bilden.

So liefern z. B. die Kohlenablagerungen verschiedener Distrikte feine Massen, die den Uebergang von den in solchen Formationen häufigen Thonablagerungen zu den gleichfalls vorkommenden Formsanden gewöhnlicher Beschaffenheit bilden.

Ausserordentlich mächtig ist z. B. eine solche Ablagerung auf den Höhen des Jaklowetz, welche die Nordränder des mährisch-schlesischen Steinkohlenvorkommens bei Mährisch-Ostrau bilden. Diese Schächte, durch Eisenbahndurchstiche in 70—80 Fuss Mächtigkeit zuerst aufgedeckt, gaben Veranlassung, dass das benachbarte Rothschild'sche Eisenhüttenwerk Witkowitz sich die Ausnutzung sicherte und in dieser Feinmasse den Guss der reich decorirten Säulen für die Empfangshalle des Wiener Nordbahnhofs ausführte.

Auch vulkanische Distrikte, z. B. der Strich der ganzen norddeutschen Basaltzone, liefern Feinmassen, welche aus der Verwitterung von lockeren lava- und tuffartigen Gesteinen entstanden sind, an deren Bildung aber auch die durchbrochenen Gesteine der Nachbarschaft theilnehmen können.

Digitized by Google

Die Feinmasse des Annabergs in Oberschlesien, deren bereits §. 23 dieses Abschnittes (S. 256) gedacht, liefert hierfür ein vortreffliches Beispiel. Dass diese Massen nicht so oft verwendet werden, als die der Kohlenlager, liegt daran, dass letztere vorzugsweise die Entfaltung der Industrie und die Nachfrage um sich her veranlassen, während dieses in der Nähe gebirgiger Landestheile nur selten der Fall ist.

§. 48. Die zweite Abtheilung umfasst alle Massen von nicht homogenem Charakter, grobem Korn und ungleicher Beschaffenheit. Dieselbe ist theils überwiegend thonig, theils sandig, theils erdig, ohne deshalb das Trocknen ganz entbehrlich zu machen. Hierher gehören die im Diluvium und Alluvium vorkommenden Feinmassen von Wien und Paris, sowie von London. Ich beschränke mich auf die beiden erstgenannten Lokalitäten, deren Material mir in seinem rohen Zustande wie auch seiner Verwendung nach genau bekannt ist.

In meinen (Berg- und hüttenmännische Zeitung, Jahrg. 1867) veröffentlichten Notizen über den Giessereibetrieb und die Technik zu Lauchhammer, habe ich bereits (S. 432 u. 433) Einiges über diese eigenthümlichen und sehr werthvollen Materialien veröffentlicht, so weit ein immerhin flüchtiger Besuch deren hervortretendste Eigenthümlichkeiten erkennen liess.

Es sind namentlich dreierlei Sorten, welche in Lauchhammer 1867 angekauft wurden, um Versuche in der Nachahmung solcher Sande anzustellen: *a*) der sogenannte Broncesand, vorzugsweise für Bronceguss angewendet, von rother Farbe, sehr grobem und ungleichem Korn, welches durch zerstreute Einschlüsse von lehmigen Brocken von gelbbrauner Farbe noch ungleicher wird.

Es ist selbstverständlich, dass der Verwendung zum Feinguss ein Trocknen vorhergehen muss, um eine feine Masse zu bekommen; von Interesse dürfte es aber sein, zu erfahren, dass unter besonderen Umständen, die hier nicht näher erläutert werden dürfen, in solchem rothen Sand die

Digitized by Google

Herstellung von Eisenguss ohne weitere Vorbereitung, Trocknen der Form u. s. w. gelingt, während in dem sogleich zu erwähnenden Eisengusssand, der viel sandiger aussieht, der grüne Guss absolut unmöglich erscheint. Der unter *b*) anzuführende Eisengusssand von Paris zeichnet sich durch den Gehalt von staubartigem Schluff aus, welcher die Plasticität z. Th. neutralisirt und deshalb ein festes Stampfen und nachheriges gründliches Brennen der Form voraussetzt.

Die Farbe dieses Materials ist gelb und es fühlt sich rauh an, ist auch entschieden viel magerer, als der unter *a*) angeführte rothe Sand. Ausser diesen beiden Substanzen unterscheidet man *c*) noch einen hellbraunen erdigen Sand, welcher über dem rothen Sand liegen soll und eigentlich die Dammerde desselben repräsentirt. Er ist sehr mager und staubig, kann für sich allein nur mit vollständigem Verlust seiner Porosität verwendet werden und findet aus diesem Grunde nur als Aufstreu- oder Pudersand Anwendung. Auch in Lauchhammer wurde er seiner Zartheit wegen schon längere Zeit in dieser Art verbraucht, ehe man sich entschloss, auch die beiden ursprünglichen Materialien zu verwenden und von Paris zu beziehen. Ein ähnliches Verhalten zeigt der bei Hessler in Chemnitz angewandte Staubsand von Glöwen, der über der dortigen Masse liegt.

§. 49. In der Nähe von Wien finden sich ebenfalls ausgezeichnete Formsande und Feinmassen, wie in der Nähe von Paris. Auf dem sogenannten Wienerberg bei Inzersdorf, $^1/_2$ M. südlich von der Weichbildgrenze der Kaiserstadt, befindet sich eine Reihe von ausgedehnten Thon- und Masselagern, welche hauptsächlich von Heinrich Drasche exploitirt werden und in den colossalen Ziegeleien desselben Verwendung sowohl zur gewöhnlichen Ziegelfabrikation, als auch zur Darstellung von Terrakotten aller Art finden. Die Massenlager erstrecken sich von da zur Donau hin und werden ausser bei Inzersdorf noch bei Simmering und a. a. O. ausgebeutet.

Digitized by Google

Diese Masse ist sehr zart, von lichtbrauner Farbe und ziemlichem Schluffgehalt, sie muss deshalb festgestampft und gut getrocknet werden, wenn sie saubere Oberflächen liefern soll. Sehr ausgedehnte Verwendung findet sie ausser in den Privatanstalten Wiens, z. B. der Maschinenfabrik von Sigl, deren Guss zwar dem Berliner Guss durchaus nicht gleichkommt, noch in der Statuengiesserei des Ritters von Fernkorn auf der Favoritenstrasse, hauptsächlich aber in der Giesserei des musterhaft eingerichteten k. k. Artillerie-Arsenals bei Simmering. Die daselbst zum Guss der kleineren Geschütze verwendete Feinmasse wird um die polirten hölzernen Modelle sehr festgestampft und besitzt nach dem Trocknen eine hellere Farbe als im frischen Zustande; nach dem Guss löst sie sich in zusammenhängenden noch ziemlich consistenten Brocken von röthlich gelber Farbe ab und zeigt ein schuppiges Korn, wie von eingemengten Glimmertheilchen.

Recapitulirt man das über die Masse im Allgemeinen Gesagte, so ergeben sich folgende Grundsätze:

Eine Masse ist um so lockerer zu halten, je weniger Schlufftheile sie enthält. Sie ist um so bündiger, je grösser ihr Lehmgehalt ist und verträgt dabei einen namhaften Zusatz mageren Sandes, besonders wenn dessen Korn scharfkantig oder eckig ist. Fette und grobe, dabei scharfkörnige Massen können unter Umständen so fest und gleichzeitig so porös sein, dass sie keiner zum Guss vorbereitenden Trocknung bedürfen.

Der Gebrauch der Masse ist um so beschränkter, je mehr dieser günstige Charakter verschwindet; sobald es nothwendig ist, die Formen sehr scharf zu trocknen und sehr fest zu stampfen, vermeidet man den Masseguss und wendet in solchem Falle lieber Lehmguss an, der unter Umständen einfacher und wohlfeiler zn stehen kommt.

§. 50. Ganz verschieden vom Sand sowohl wie von der Masse stellt sich der Lehm als die dritte

Digitized by Google

Art von erdigem Formmaterial dar. Unter Lehm versteht man bekanntlich alle unreinen sandigen Thone, wie sie in Trümmerlagerstätten, namentlich im Diluvium und Alluvium in grosser Mächtigkeit vertreten sind. Sie besitzen sämmtlich einen bedeutenden Grad von Plasticität, wenn sie mit Wasser durchknetet worden sind und sind ziemlich feuerbeständig, so dass man auch ganz grosse Stücke in Lehmformen giessen kann.

Natürlich müssen die letzteren scharf getrocknet werden, um alle Feuchtigkeit zu verjagen und um die guten Eigenschaften des Lehms, Festigkeit und Härte, zur gehörigen Erscheinung zu bringen.

Neben diesen vortrefflichen Seiten besitzen die Lehmarten aber auch zwei sehr wenig günstige Eigenschaften, nämlich Dichtigkeit, d. h. Nichtporosität und Veränderlichkeit des Volumens durch die Hitze oder durch das blosse Trocknen.

Hier ist es, wo nun die Kunst des Förmers eingreifen muss, wenn der Lehm den Zwecken der Giesserei angepasst werden soll; die Dichtigkeit des Lehms mildert man erstens durch Einmengen fremder, namentlich organischer Bestandtheile, welche für groben Guss aus gesiebtem und zerstossenem Pferdemist, für mittleren Guss aus eben so behandeltem Kuhmist, für ganz feinen Guss aber aus Kälberhaaren bestehen; dann giebt man bei jedem Lehmguss eine grosse Zahl sorgfältig disponirter Luftabzüge, die man bis zum Guss möglichst rein erhält, damit keinerlei Hemmung in der Entwickelung gasförmiger Produkte innerhalb der Formsubstanz selbst eintreten kann.

Das mehr oder minder starke Schwinden des Lehms, welches zum Zerreissen der sauber geglätteten Innenseiten einer Form Veranlassung geben kann, sobald das flüssige Eisen darauf trifft, lässt sich am Besten durch Sandzusätze beseitigen. Da aber durch solche magere Beimengungen sich auch die Haltbarkeit des Lehms vermindert, so verfährt man so, dass man nur den der Oberfläche der Form selbst nahe-

Digitized by Google

liegenden dünnen Schichten eine solche weniger fette Zusammensetzung giebt, wogegen man alle Theile der Form, die ein festes Anhängen an Armaturstücke, Spindeln, Strohseile und Ankerstäbe verlangen, aus weit fetterem Lehm herstellt. Für die letzteren Theile nimmt man, um nur ein Verhältniss anzuführen, 2 Th. frischen Lehm und 1 Th. Sand, während für den Lehm der Formflächen 1 Th. frischer Lehm und 2 Th. Sand vorgezogen werden. Die primitive Beschaffenheit des natürlichen Lehms entscheidet natürlich bei der Wahl des Verhältnisses.

§. 51. Was nun die Zubereitung des rohen Lehms anbetrifft, so ist dieselbe ähnlich, wie die der Masse, d. h. vorhergehendes Trocknen, Mahlen, Mischen und dann Einwässern oder Nässen, welches letztere durch Thonschneidern ähnliche Mechanismen oder auch mittelst Durchtreten und Mengen auf einer offenen Fläche geschehen kann. Da es sich nur um die Darstellung einer glatten Fläche handelt, nicht, wie bei der Ziegel- oder Terrakottenfabrikation, um die Anfertigung eines Gegenstandes, welcher durch Homogeneität des Korns und sorgfältige Behandlung in den Stand gesetzt werden soll, gewissen Anforderungen zu entsprechen, so ist es begreiflich, dass man bei der Lehmförmerei nicht die sorgfältige Aufbereitung des Lehms verfolgt, die für die Ziegeleien und Thonwaarenfabriken Lebensfrage ist.

Man hat sich selbst in den ausgedehntesten Werkstätten darauf beschränkt, einfache Vorrichtungen zum Zerkleinern, Sieben und Mischen des Lehms anzuwenden und überall das Hauptaugenmerk auf die Anfertigung der Form selbst verwendet, namentlich aber auf den Sandzusatz und auf die Zubereitung einer zur Glättung und Befestigung der Form- und Gussflächen nothwendigen Schlichte oder kohlehaltigen Lehmflüssigkeit gerichtet, welche bei der Behandlung des Arbeitsverfahrens ausführlich erörtert werden soll.

Mallet hat in seiner bereits citirten Reihe von Abhandlungen über verschiedene Punkte des Eisengiessereibetriebes (Practical mech. Journal, III. Serie,

Digitized by Google

Vol. 2, p. 291 u. ff.) eine ausführliche von chemischen Formeln und Analysen begleitete Darstellung über den Lehm veröffentlicht und dabei vortreffliche Zeichnungen von Lehmmühlen gegeben, welche im nächsten Abschnitte zur Besprechung kommen werden. Die praktischen Resultate, welche Mallet aus seinen mannigfaltigen Bemerkungen abstrahirt, laufen indess auf nichts mehr und nichts weniger hinaus, als ich im vorhergehenden Paragraphen gesagt habe; es bleibt für den Techniker einer Giesserei bei der Verarbeitung eines neuen Thones kein Weg übrig, als der des praktischen Versuchs. Eine solche Methode ist nichts weniger als unwissenschaftlich, denn erst auf eine Reihe solcher Versuche, welche der Techniker, nicht der Lehmförmer anzustellen hat, kann man Behauptungen gründen, welche zu bestimmten Resultaten von wissenschaftlicher Bedeutung führen.

Hält man also daran fest, dass man aus einer Reihe von verschiedenen Mischungen aus Sand und Lehm diejenige finden muss, welche im lockeren Zustande bei der Temperatur der Darrkammer nicht mehr zerreisst und in fest gestrichenem und polirtem Zustande auch dem Einflusse des flüssigen Gusseisens so lange widersteht, bis sich eine glatte Gusshaut gebildet, so hat man den Schlüssel der zu befolgenden Versuchsmethode in Händen.

Abtheilung c. *Besprechung einiger anderer Formmaterialien.*

§. 52. Ausser den erwähnten Formmaterialien erdiger Natur braucht man wohl noch in einzelnen Fällen von geringer Bedeutung den mit lockernden Zusätzen versehenen Gyps, z. B. bei Kernen von Lehmguss, bei Modellguss u. s. f. Von grösserer Wichtigkeit ist diese Verwendung nicht, da der Gyps leicht festbackt und im Allgemeinen schwer zu trocknen ist.

Ein anderes Material, welches eine bedeutendere

Digitized by Google

Rolle bei der Herstellung von Giessformen spielt, ist das Gusseisen selbst. Es wird aus zweierlei Gründen angewendet: einmal, um durch die grosse Wärmeleitungsfähigkeit und das dadurch bewirkte Abschrecken des Gusses eine möglichst energische Wirkung auf die Graphitausscheidung auszuüben; dann, um vermittelst ein und derselben Form, ähnlich, wie es bei anderen Metallen geschieht, mehrere Abgüsse nacheinander herstellen zu können.

Beide Arten der Anwendung sind beschränkt; die erste findet nur bei der Anfertigung des Hartgusses, moulage en coquille, chill-casting, statt und betrifft die Herstellung von Hartwalzen, Ambössen und Hämmern, Eisenbahnweichen, Wagenrädern mit harten Laufflächen, Kanonenkugeln mit Hartspitze u. s. f.

Die andere kommt nur bei der Fein- oder Kunstgiesserei vor und wird unter dem Namen des Schwenkgusses in einzelnen Giessereien Süddeutschlands, durch die besondere Qualität dortiger Eisensorten begünstigt, betrieben.

Beide Methoden hängen so sehr von der beabsichtigten Wirkung ab, dass hier nur die blosse Erwähnung des Gusseisens als Formmaterial hinreicht, um dieses Capitel vollständig abzuschliessen. Weitere Details können nur bei der Beschreibung des Arbeitsverfahrens selbst angegeben werden, wo auch in Bezug auf Sande, Massen und Lehme noch eine Menge einzelner Kunstgriffe, die im Arbeitsverfahren selbst pasiren, Platz finden werden.

Digitized by Google

II. Betriebsvorrichtungen

der Giessereien.

Einleitende Bemerkungen und Eintheilung.

Nachdem im vorigen Abschnitt die Betriebsmaterialien eine eingehendere Besprechung gefunden, sollen in diesem Abschnitte vorzugsweise die Apparate berücksichtigt werden, welche zur Ausübung der Förmerei- und Giessereiprozesse dienen.

Die grosse Anzahl und die Vielseitigkeit derselben macht es wünschenswerth, nach einem gewissen System mit ihrer Beschreibung und Kritik vorzugehen und dabei der auf den Giessereien bei der häufig stattfindenden Aufnahme sämmtlicher Betriebseinzelheiten eingeführten Ordnung zu folgen, welche in neuester Zeit eine eben so scharfe als gerechtfertigte Eintheilung des schwer zu bewältigenden Materials adoptirt hat.

Bei der Führung des Inventars einer grösseren Giesserei unterscheidet man 3 grosse Abtheilungen.

Gebäude, d. h. die von Nichttechnikern errichteten Räume zur Aufnahme der Arbeitenden.

Betriebsvorrichtungen im engern Sinne, alle festen technischen Apparate umfassend.

Geräthe, alle transportablen und veränderlichen Apparate des Betriebes einschliessend.

In der angeführten Ordnung vermögen wir hier nicht vorzugehen, weil die an sich unwichtigere Kennt-

Digitized by Google

niss von der Anlage von Giessereigebäuden am besten gewonnen wird, wenn eine genaue Einsicht in den Betrieb selbst vorangegangen ist; aus diesem Grunde ziehen wir vor, bei dem Besprechen der allgemeineren Einrichtungen und der Verwaltung, die Anforderungen zu erwähnen, welche an ein zur Aufnahme einer Giesserei bestimmtes Gebäude gemacht werden müssen.

Der zu besprechende Abschnitt theilt sich hiernach in zwei grosse Hälften:

A. Die Lehre von den Betriebsvorrichtungen im engern Sinne.

B. Die Lehre von den Geräthen und Gezähen der Giesserei.

A. Die Betriebsvorrichtungen.

§. 1. Die Betriebsvorrichtungen einer Giesserei umfassen alle grösseren uud feststehenden Apparate, welche nicht Theile des Gebäudes sind und welche hauptsächlich den Zweck haben, die **grossen** wiederkehrenden mechanischen und chemischen Funktionen der Giessereiprozesse zu vermitteln.

Dazu gehören vor Allem die Apparate zum Umschmelzen des Roheisens, zum Vorbereiten der Formmaterialien, zum Trocknen und Brennen einzelner Formentheile, zum Eindämmen und Versenken grosser Formen, endlich die Hülfsapparate zum Transport der Formen und Gussstücke innerhalb der Hütten und Arbeitsräume. Auch die Maschinen und Vorrichtungen zum Vollenden der Gusswaaren, so weit dasselbe auf der Giesserei geschieht, muss man nothgedrungen in den Kreis dieser Besprechung ziehen, also: Schleif- und Polirwerke, Schlosserei- und Schmiedevorrichtungen, Maschinen zum Abhobeln, Bohren und Drehen einzelner Flächen, Vorrichtungen zum Emailliren, Verzieren u. s. f.

Alle eben aufgezählten Vorrichtungen dienen wesentlich den folgenden drei verschiedenen Zwecken:

Digitized by Google

a) Vorbereiten des Gussmaterials, resp. Ueberführen desselben in den flüssigen Zustand und Giessen desselben.

b) Vorbereiten der Formen selbst bis zum Augenblick des Gusses und Zerstören derselben nach dem Guss.

c) Vollenden der gegossenen Gegenstände bis zu ihrer Versendung oder ihrem Einstellen in die Magazine.

Sie lassen sich also am besten nach diesen dreierlei Zwecken gruppiren, wenn es auch vorkommt, dass Apparate von allgemeinerem Werth bei mehreren dieser Arbeitsgruppen alternirend verwendet werden. In diesem Falle sollten die betreffenden Vorrichtungen an den Stellen erwähnt werden, wo sie am häufigsten zur Anwendung kommen und nach deren Anforderungen sie sich vorherrschend in ihrer Construktion richten müssen.

Abtheilung a. *Die Betriebsvorrichtungen, welche zum Vorbereiten des Gussmaterials gebraucht werden.*

§. 2. Hierher gehören in erster Linie die Oefen zum Umschmelzen des Roheisens, und an ihre Betrachtung schliesst sich die Beschreibung der Nebenapparate an, welche theils in Verbindung mit denselben stehen, doch keine integrirenden Theile derselben bilden, theils ganz unabhängig funktioniren.

Nächst den eigentlichen Oefen sind also anzuführen:

Die Gebläse, Aufgebevorrichtungen, Winderwärmungsapparate als Theile der Ofenanlagen, dann die Fallwerke oder Rammen zum Zerkleinern des Materials als isolirte Apparate, welche aber für den Betrieb der Oefen arbeiten.

Alle diese Nebenapparate haben nur eine untergeordnete Wichtigkeit gegenüber der Construktion und der Ausführung an den Oefen selbst, die neben der Kenntniss der Materialien den Schwerpunkt der rationellen Betriebsführung ausmachen.

Digitized by Google

Es ist anzuführen, dass eine strenge Sonderung der blossen Beschreibung von einzelnen Details des Arbeitsverfahrens hierbei um so weniger stattfinden kann, als bei der Motivirung besonderer Abweichungen, welche die verschiedenen Ofensysteme und Vorrichtungen untereinander zeigen, auf Eigenthümlichkeiten des Materials und darauf sich gründende Abänderungen des geläufigen Arbeitsverfahrens hingewiesen werden muss.

1) Von den Oefen zum Umschmelzen des Roheisens im Allgemeinen.

§. 3. Die allgemeine Metallurgie unterscheidet bekanntlich unter den zur Wärmeerzeugung benutzten Apparaten der Hüttentechnik, je nach Construktion und Wirkungsweise:

Herdöfen, Schachtöfen.	in welchen das Rohmaterial des Prozesses und der Brennstoff in unmittelbarer Berührung sich finden.
Flammöfen, Gefässöfen.	in welchen das Rohmaterial und der Brennstoff theils durch die Construktion des Ofens, theils dadurch getrennt sind, dass sich das Erstere in einem besonderen Gefäss befindet.

Der Giessereibetrieb macht von der ersterwähnten Art, den Herdöfen oder Herden, keinen Gebrauch, die Schachtöfen und die Flammöfen benutzt er dagegen vorherrschend und die Tiegelöfen nur in seltener werdenden Fällen.

Da die Arbeit in den letzteren am Einfachsten verläuft, auch der Umschmelzprozess dabei am Vollkommensten, d. h. mit der geringstmöglichen Veränderung in der Natur des Schmelzmaterials stattfindet, so werden wir die Besprechung der Giessereischmelzöfen mit den Gefässöfen beginnen, daran die Schachtöfen und endlich die Flammöfen anschliessen; eine allgemein gehaltene Vergleichung der Wirkungs-

Digitized by Google

weise der erwähnten drei Arten Oefen leitet die Beschreibung selbst am besten ein und dieser Weg wird am Ehesten durch die mannigfachen Beziehungen entschuldigt, die sich dabei für das eigentliche Arbeitsverfahren und für die Begründung der hervorragendsten Construktionsunterschiede ergeben.

§. 4. Die Gefässöfen der Eisengiessereien sind Tiegelöfen, d. h. die Schmelzung erfolgt in Tiegeln, welche auf dem Rost gut ziehender Windöfen aufgestellt werden und mit Brennmaterial umgeben sind.

Die Schachtöfen zum Umschmelzen des Roheisens, gewöhnlich Cupolöfen genannt, sind nur von geringer Höhe, das Eisen wird in denselben, mit Brennstoff geschichtet, unter Zuhülfenahme von Gebläseluft, niedergeschmolzen und aus dem unteren Theile des Ofenraumes durch Abstechen entfernt.

In den Flammöfen wird das Roheisen auf einem besonderen Herde eingeschmolzen und der Brennstoff in einem eigenen Feuerraum verbrannt, der mit jenem Schmelzraum in der Weise verbunden ist, dass nur die Flammenhitze auf das Roheisen einwirken kann.

Auch in der Betriebsführung unterscheiden sich die Oefen:

Die Tiegel der Gefässöfen enthalten nur die zu einem Guss bestimmte Quantität Eisen, die mit einem Mal oder in ganz kurzen Absätzen ausgegossen werden muss und durch die Grösse der anwendbaren Tiegel in engen Grenzen gehalten wird.

Die Cupolöfen stehen dagegeu in ununterbrochenem Betriebe, d. h. durch Aufgeben frischen Materials und Abstechen des flüssigen Produktes erzielt man eine beliebig fortdauernde Wirksamkeit der Apparate.

Die Flammöfen nähern sich in ihrer Wirkungsweise den Tiegelöfen und müssen mit einem Mal besetzt und eben so ausgegossen werden, ehe eine neue Charge zur Verwendung kommen kann.

Aus dieser verschiedenen Physiognomie des Betriebes ergiebt sich in der Folge auch die grössere und geringere Bedeutung der verschiedenen Schmelz-

Digitized by Google

apparate in ökonomischer Beziehung. Davon, wie auch von dem Einfluss der einzelnen Umschmelzungsarten wird späterhin bei der Beschreibung der Arbeiten des Giessereibetriebes ausführlich die Rede sein.

aa) Von den Tiegelöfen. — Allgemeine Beschreibung. Beziehung zum Brennmaterial. Beispiele. Gebläseöfen. Tiegelfabrikation. Tiegelmaschinen.

Allgemeine Beschreibung.

§. 5. Die Tiegelöfen zum Roheisenschmelzen sind höchst einfache Apparate, deren Haupterfordernisse eine gut ziehende Esse und die Anwendung eines möglichst gleichmässigen Brennstoffes sind.

Ein rechtwinkelig viereckiger, oder ein cylindrischer Ofenschacht von hinreichender Weite, um nach erfolgtem Einsetzen des Tiegels noch Brennstoff genug aufnehmen zu können und von geringer Höhe ist nach unten durch einen starken Rost, nach oben durch einen horizontal aufliegenden oder pultartigen schrägen Deckel begrenzt; unterhalb des letzteren führt ein Verbindungscanal — der Fuchs — seitlich in den untern Theil der Esse, während aus dem Freien die Luft vermittlst eines ähnlichen Canals unter den Rost trifft, so dass sich eine heftige ununterbrochene Circulation bilden muss.

Der Ofenraum ist, wie auch der untere Theil der Esse, mit feuerfesten Steinen ausgefüttert, auch der aufliegende Deckel erhält passender Weise ein ähnliches schwer zerstörbares Futter, das noch dazu die Wärme schlecht leitet und deswegen keine so unangenehme und beschwerliche Arbeit verursacht, wie ein leichter gusseiserner Verschluss, der stets glühend ist.

Jeder Windofen fasst nur einen Tiegel, der nicht direkt auf den Rost gestellt wird, sondern auf einer Scheibe von feuerfestem Thon, den Käse, welcher verhindern soll, dass sich der Boden des Tiegels, auf dem Rost stehend, zu sehr abkühlt, wodurch eine unvollkommene Schmelzung, namentlich aber ein Anbacken des Eisens verursacht werden kann.

Digitized by Google

Was die Form des Schachtes anbetrifft, so ist principiell der runde Querschnitt der vortheilhafteste, aber man findet denselben in der Praxis nur selten vertreten; Guettier (traité de la fouderie 484, p. 206) giebt an, dass die Ecken des rectangulären Querschnittes die Kohlen besser halten und gestatteten, ziemlich grosse Gefässe anzuwenden, die man bei gleich grossem runden Querschnitt nur schwer und nur bei sorgfältiger Zerkleinerung des Brennstoffes zu einer bestimmten gleichmässigen Grösse gebrauchen könnte.

Beziehung zum Brennstoff.

§. 6. Da man die Tiegelöfen sowohl mit Holzkohlen als mit Cokes betreiben kann, eine gleiche Leistung aber ein weit grösseres Volumen von Holzkohlen verlangt, als von Cokes, so muss ein Tiegelofen von bestimmter Leistung für die Anwendung von Holzkohlen weit grösser erbaut werden, als für die von Cokes.

Diese Zunahme des innern Raumes wird hauptsächlich durch eine Vergrösserung der Höhe des Schachtes erzielt, so dass sich zunächst über dem Tiegel eine starke Lage brennender Holzkohlen befindet, welche trotzdem immer wieder rasch ergänzt werden muss, wenn das Schmelzen nicht ins Stocken gerathen soll.

Während nach Guettier (a. a. p. 206) für mittlere Verhältnisse die Schachthöhe eines Tiegelofens 60—70 Cm. beträgt, so muss sie stets höher als 70 Cm. sein, sobald Holzkohlen angewendet werden.

Um die Einrichtung der einfachen zum Tiegelschmelzen verwendeten Windöfen anschaulich zu machen, habe ich auf Taf. I., Fig. 1 die Zeichnung eines französischen Windofens nach Guettier, Fig. 2 die Skizze eines runden und Fig. 3 die eines eckigen Probirofens nach Karsten mitgetheilt, welche sich eben so gut zum eigentlichen Tiegelschmelzen verwen-

Digitized by Google

den lassen, sobald man Sorge trägt, dass Schachtraum und Tiegelgrösse in richtigem Verhältniss stehen.*)

Eine Tiegelofenanlage für Cokes, wie sie in Saynerhütte existirt, findet sich auf Taf. II., Fig. 1 u. 2 wiedergegeben, wo die erste Figur den Grundriss der 3 nebeneinander befindlichen Oefen und die andere Figur das Profil eines derselben wieder giebt. Aus denselben ersieht man die kegelförmige Anlage der Ofenschächte *A* und die vor den Oefen befindlichen Aschen- und Zuggruben *B*. Gleichzeitig ist der Rost *C* so tief gelegt, dass man die Tiegel ganz leicht von obenher mit der Zange erreichen und fassen kann und die Arbeit weit bequemer von Statten geht, als bei den Oefen, welche den Rost hoch über der Hüttensohle haben.

Der Deckel *D* ist ungefüttert, leidet aber des stark ansteigenden Fuchses *E* wegen, welcher die Flammen ungewöhnlich rasch nach den Einzelessen *F* befördert, nicht so sehr von der Hitze als bei Tiegelöfen mit flacherer Decke und wagerecht abführenden Füchsen.

Anwendung von Unterwind.

§. 7. Um eine zu bedeutende Volumvermehrung zu vermeiden, welche den Betrieb erschwert, hat man ausser dem gewöhnlichen Luftzug einer Esse, noch künstliche Zugmittel, z. B. Gebläseluft, angewendet.

Unter den hierher gehörigen Apparaten, ebenfalls ursprünglich blos zum Erzprobiren erbaut, nimmt ein von Karsten erwähnter Sefström'scher Ofen die erste Stelle in Betreff der Wirksamkeit ein, demnächst ein mit einfachem sinnreich bewegtem Blasebalg versehener Apparat für Zwecke kleinerer Anstalten.

---

*) Bei dem runden Ofen Fig. 3 habe ich Einiges geändert, was sich auf die Verkleidung des Apparats mit feuerfester Masse bezieht; Karsten hatte die ganze Deckplatte als Deckel behandelt und die Theile *a* und *b* des Futters weggelassen. Deren Gegenwart ist aber nöthig, wenn der Deckel nicht rettungslos verbrennen soll.

Digitized by Google

Ausser diesen beiden Gebläseöfen zum Tiegelschmelzen, deren Zeichnung sich auf Taf. I. Fig. 19 bis 23 und Taf. XX., Fig. 12*a* u. *b* des Karsten'schen Atlasses sich befinden*), ist noch ein derartiger Ofen bekannt, den Guettier auf Taf. VII. seines ausgezeichneten Werkes angiebt und den ich auf Taf. I., Fig. 4 u. 5 reproducirt habe.**) Seine Einrichtung ist ohne Weiteres aus der Abbildung verständlich, und ist zu bemerken, dass der Aschenkasten unter dem Rost, in welchem von der Rückseite her das Windleitungsrohr mündet, an der Vorderseite durch eine Aschenthür möglichst dicht verschlossen sein muss, wenn der Wind seinen vollen Effeckt ausüben soll. Launay giebt an, dass die Vorderseite einfach mit Sand oder Masse verdünnt wurde, ehe die Inbetriebsetzung des Ofens stattfinde, und dass dieser Verschluss ausreichend sei.

Es ist indess mit Bezug auf die Windzuführung für Tiegelöfen zu bemerken, dass dieselbe überhaupt unrationell ist, da nur ein gewöhnlicher Balgenbetrieb so billige Resultate giebt, dass man sich des Gebläses bei der Tiegelgiesserei bedienen kann. Ein Balgenbetrieb ist aber von keiner so bedeutenden Wirksamkeit, weswegen man sich der Gebläsetiegelöfen für Eisenguss nur selten bedient und lieber kleine Cupolöfen anwendet, welche rasch und ohne solche Verluste arbeiten.

---

*) Ich habe diese beiden Oefen nicht abgebildet, habe aber nach meinen eignen Erfahrungen einen Sefström'schen Ofen einfacherer Construktion, als die von Karsten gegebene, entworfen und in Fig. 6 und 7 der Taf. I. abgebildet. Dieselbe enthält unter Anderen die vortheilhafte Anordnung eines Füllschachtes von einfachem, event. mit Lehm ausgeschmiertem Blech, durch den man sich eine grössere Höhe des Schachtes und das unaufhörliche Nachschütten von Brennmaterial erspart.

**) Guettier hat augenscheinlich seine etwas flüchtige und ungenaue Zeichnung nach Launay's Manuel du fondeur Paris 1827, Pl. I. A. B. entworfen, wo sich ein solcher Tiegelofen ausführlich beschrieben findet, ich zog es deshalb vor, diese ältere und bessere Quelle zu benutzen.

Digitized by Google

Tiegelfabrikation.

§. 8. Da die Tiegel selbst einen unumgänglich nothwendigen, durchaus unentbehrlichen Theil der jetzt betrachteten Oefen ausmachen, so möge es gestattet sein, hier das Nothwendige über ihre Qualität und ihre Anfertigung zu sagen.

Die Tiegel müssen eine durchaus feuerfeste Beschaffenheit haben, dabei aber auch hinreichend dauerhaft sein, um das wiederholte Manipuliren damit, das Ein- und Ausheben, ohne Gefahr zu gestatten. Sie bestehen deshalb aus feuerfestem Thon, seltener aus Graphit, obwohl das zuletzt angeführte Material, der sogenannte Passauer oder Ipser Tiegel, den Vorzug besitzen soll, das Eisen mehr gegen Oxydation zu schützen und einen geringeren Schmelzverlust hervorzurufen.

Diese hessischen Tiegel, welche am Meissner in Kurhessen in ausgezeichneter Qualität noch immer gefertigt werden, sind für die gewöhnlichen Fälle vorzuziehen, wenn man nicht besondere Leistungen verlangt. Namentlich aber kann man dieselben unbedenklich den meisten Patentgraphittiegeln vorziehen, welche in neuester Zeit häufig unter wohlklingenden Namen vom Ausland her eingeführt werden, sich aber durchaus nicht bewähren, sondern nur eine geringe Anzahl von Schmelzungen aushalten.

Der hohe Preis der guten Graphittiegel macht ihre Anwendung nur dann vortheilhaft, wenn sie von ganz ausgezeichneter Qualität sind und wenn man in der Nähe keine Gelegenheit hat, Tiegel aus feuerfestem Thon oder Chamotte zu beziehen, die sich dann immer wohlfeiler stellen, obwohl sie weniger aushalten und schneller ausrangirt werden müssen.

Es ist schwer, die Güte eines Tiegels aus seinem Aeusseren zu beurtheilen, und man muss sich in den meisten Fällen zu praktischen Versuchen entschliessen. Ein vorläufiges Glühen in leerem Zustande vermag indess wenigstens grobe Fehler, Sprünge und Löcher in der Wandung deutlicher zu machen; es ist des-

Digitized by Google

wegen immer gerathen, sich, auch beim Gebrauch einer schon gekannten Tiegelsorte, in jedem einzelnen Falle durch Glühen von der Güte des Gefässes zu überzeugen und dann erst dasselbe mit dem einzuschmelzenden Metall zu beschicken.

§. 9. Die Anfertigung der Tiegel für den Eisenguss geschieht in der Weise, dass die wohlvorbereitete Mischung von frischem feuerfesten Thon und Quarz oder bereits gebrauchter Tiegelmasse (Scherben oder Chamotte) in möglichst zähem Zustande entweder mit der Hand gedreht oder in eiserne glatte Formen gepresst wird.

Welche der beiden Manipulationen den Vorzug verdient, hängt von dem Grade der Vorbereitung ab, welchen man der Masse giebt. Die Handarbeit gestattet einem gewissenhaften Arbeiter, jeden Continuitätsfehler sofort zu bemerken und zu verbessern, während die Maschinenarbeit unbedingt gleichmässiger verläuft, aber eine sehr genaue Durcharbeitung der Masse voraussetzt.

Die Grundsätze, welche bei der Mischung zunächst der Thontiegel zur Anwendung kommen müssen, sind:

1) Innehalten eines solchen Verhältnisses zwischen Kieselsäure und Basen, dass sich keine leichtflüssige Substanz bei dem Erhitzen der Tiegel bilden kann und dieselben bei der Einschmelzhitze keinerlei Angriff erleiden.

2) Beibehalten eines gewissen Grades von Plasticität, um beim Formen und Pressen des Tiegels hinreichende Cohärenz zu behalten und das Zerreissen der rohen Masse zu vermeiden.

3) Ausmerzen jedes stärker schwindenden Bestandtheils, der ein Zerreissen und Ausblättern der Tiegel fast unvermeidlich macht. Es ist deshalb nothwendig, nur den zur Herstellung der Plasticität selbst ganz unentbehrlichen Zusatz an fettem Thon, keineswegs aber einen noch so geringen Ueberschuss desselben anzuwenden.

R. Mallet in seinen praktischen Abhandlungen, „on some points of Practice in Iron founding“ giebt

Digitized by Google

(Practical Mech. Journal, Vol. I. [3. Serie] p. 354 u. ff.) eine Reihe Analysen, um zu zeigen, wie wenig die Zusammensetzungen der festen Thone und Thonwaaren einen direkten Einfluss auf das Verhalten derselben in der Hitze haben können.

Es enthielten

	1) ein hessischer Tiegel	2) ein Tiegel aus der Lambeth pottery von Doulton & Co.
an Kieselsäure	71	74,00
Thonerde	25	22,04
Eisenoxyd	4	2,00
Kalk	—	0,60
Kali und Natron	—	1,06
Magnesia	—	0,17

Der hessische Tiegel liess sich zum Stahlschmelzen gebrauchen, während der von Lambeth bei wenig mehr als Gusseisenschmelzhitze weich wurde.

Folgende Reihe von Analysen der verschiedensten Tiegelmassen giebt ein Bild der unter sich variablen Verhältnisse:

	Kieselsäure.	Thonerde.	Eisenoxyd.
Böhmische Glashäfen . .	68	29	2
dergleichen von Nemours .	67	32	1
Engl. Gussstahltiegel . .	71	23	4
Dergl. von St. Etienne .	65	25	7
Tiegel von Gr. Almerode .	71	25	4
Tiegel von Beaufays . .	65	34	10
Tiegel von Savegnies . .	72	19	4

Daran knüpft R. Mallet die richtige Vermuthung, „es scheine wahrscheinlich, dass eine weite „Grenze der schwankenden Verhältnisse „ganz gut neben grosser Widerstandsfähig„keit existiren könne.“

§. 10. Guettier giebt in seinem Werke (S. 208 u. ff.) die Resultate von Versuchen an, welche 1835 auf der Staatsgiesserei zu Indret unter seiner Leitung mit der Anfertigung von Tiegeln angestellt worden sind. Da aber die Eigenschaften des rohen Materials nicht besprochen sind, so können die mitgetheilten

Digitized by Google

Resultate auch keinen Anhalt zur Ausführung ähnlicher Versuche an anderen Stellen geben, sondern gewähren höchstens eine Anschauung des durchschnittlichen Verhältnisses zwischen Thon, Sand, oder Chamotte und Zusätzen starker Basen, z. B. Kali, Natron, Kalk, Baryt (Schwerspath), Knochenasche und Kreide u. a. m.

Ein fetter gelblicher Thon ergab bei gleicher Feuerbeständigkeit bessere Resultate in Betreff der Haltbarkeit, als ein wenig fettes ganz weisses, etwas kieselhaltiges Material, beide mit ihrem Gewicht Quarz gemengt.

Ein gleiches Gemisch beider Thone ergab einen Mittelwerth, der sich aber mehr dem schlechteren der beiden Resultate zuneigt.

Da bei diesem Versuche kein Quarzzusatz angewandt wurde, so ist anzunehmen, dass die grosse Fettigkeit des Materials ein starkes Schwinden begünstigt und dadurch die Haltbarkeit gefährdet habe. Gemische beider Thone, in welchen der gebliche fette Thon überwiegend vorhanden war, mit ihrem ganzen, beziehungsweise ihrem halben Gewicht an fremden Zusätzen (Kalk, Pottasche, Quarz, Knochenasche und Schwerspath) zeigten im ersten Fall geringere Haltbarkeit, als im zweiten Fall, blieben aber im letzteren bei dem Mittelwerth, den man für ein gleiches Gemisch beider Thone, ohne Quarzzusatz, ermittelt hatte.

Mischte man jeden der beiden Thone für sich mit dem 6. Theil seines Gewichts Kieselsäure und starken Basen, so gab der gelbliche Thon wiederum die besten Resultate.

Um nun den Einfluss einer Glasur zu zeigen, die man bei diesen Versuchen anwandte und die im Allgemeinen leichtflüssig war, obwohl man sie zu jedem Versuch anders componirt hatte, liess man dieselbe bei einer Wiederholung des besten Versuchs mit dem geblichen Thon fort und fand, dass nunmehr das Resultat noch schlechter war, als das des analogen Versuchs mit dem weissen Thon bei Gegenwart der Glasur.

Es liessen sich hieran eine Reihe Betrachtungen

Digitized by Google

über die Qualifikation der Thone zur Tiegelfabrikation knüpfen, die ein grosses technisches Interesse bieten, aber hier zu weit führen würden.*)

§. 11. Was nun die Fabrikation der Graphittiegel anbetrifft, so ist über dieselbe nur wenig bekannt, da die Details aller hierher gehörenden Manipulationen meist als Fabrikationsgeheimnisse betrachtet und selten dem Auge des Forschers blossgelegt werden.

Wie bei der Anfertigung der feuerfesten Thontiegel, kommt es indess auch hier hauptsächlich darauf an, eine möglichst vollkommene Homogeneität in der Korngrösse sowohl, als in der örtlichen Vertheilung der beiden Bestandtheile zu erzielen.

Die letzteren sind Graphit in feingeschlämmtem Zustand, und gebrauchte Scherben, die mit einem möglichst geringen Zusatz frischen Thons angemacht und zu einer steifen plastischen Masse verarbeitet werden.

Durch wiederholtes Rühren, Schlagen, Zertheilen und Mischen erzielt man schliesslich die gewünschte Homogeneität und hat nun nichts weiter zu thun, als für eine genaue Formgebung und ein genügendes Trocknen zu sorgen.

Erstere geschieht in neuester Zeit sowohl von Seiten der Fabrikanten, als auch der grösseren Eisen- und Stahlwerke, die sich ihren Bedarf selbst herstellen, vermittelst Maschinen, die darauf hinauslaufen, dass ein leicht konischer Stempel in einer mit dem nöthigen Quantum frischer Tiegelmasse angefüllte Matrize mit einem starken, aber stetig wachsenden Druck eingeführt wird und die innere Höhlung des Schmelzgefässes herstellt, während die Matrize die äussere Form wiedergiebt.

Dadurch, dass man mehrere (bis 4) Matrizenformen an der Maschine anbringt, von denen eine ausgeputzt und neu geölt, die andere mit dem gehörigen

*) Ich verweise auf die Bemerkungen, welche ich über die Eigenschaften des Eisenberger Thons und seine Verwendung auf der Königin Marienhütte bei Zwickau an einem anderen Orte gemacht habe. Vgl. Preuss. Zeitschrift, Bd. XV. B. S. 257.

Digitized by Google

Thonpatzeu gefüllt, die dritte gepresst, die vierte entleert wird, kann man ununterbrochen fortarbeiten und die Kraft einer besonderen stationären Maschine vollkommen ausnutzen.

Dia Matrizen stehen auf einer Art Drehscheibe, die von den Arbeitern bewegt wird und jeden Mittelpunkt der Formen unter dem Druckstempel vorbeiführt.

Eine passende Vorrichtung zum rechtzeitigen Einklinken der Drehscheibe erleichtert natürlich die Arbeit und ist bei grosser Fabrikation unumgänglich nothwendig.

Der Trockenapparat besteht aus einer Reihe übereinander an Ketten ohne Ende aufgehängten Hürden, welche sich in einem erwärmten Raum befinden, in welchem die Temperatur nach der Decke zu wächst und die Bewegung der mit Tiegel gefüllten Etagen von unten nach oben hin stattfindet, so dass jedes Gefäss, unten auf eine Hürte gestellt, nach und nach in immer wärmere Luftschichten kommt und in möglichst gefahrloser Weise austrocknet. Oben communicirt diese Trockenstube seitlich mit einem Magazinraum, wo die Tiegel vor dem Brennen aufgestapelt werden können.*)

bb) Von den Schacht- oder Cupolöfen. Geschichtliches. Aelteste Formen. Neuere Schachtöfen. Zusammensetzung. Fundament. Mantel des Ofens. Futter und Provilirung des Schachts. Beispiele von Cupolöfen. Oefen von Berlin, Gleiwitz, Sayn, Königin Marienhütte, Spandau, Wedding'scher Ofen. Harzer Oefen. Oefen von Maillard, Launey, Guettier. Oefen zu Blansko, Witkowitz, Dirschau. Oefen von Ireland, Moline, Hinton, Mackenzie, Krigar, Bocard, Zintgraff, Woodward, Darlew & Freudenthal, Mackenzie Thomas u. A.

Geschichtliches. Aelteste Formen, von Reaumur und Norberg.

§. 12. Schachtöfen zum Roheisenschmelzen sind bereits Anfangs des vorigen Jahrhunderts in Frankreich angewendet worden.

*) Vgl. die Notiz über die Borsig'sche Stahltiegelfabrikation in Moabit bei Berlin in der Berg- und hüttenm. Ztg. 1868, S. 172 oben.

Digitized by Google

Karsten giebt in seiner Eisenhüttenkunde. (Bd. III. S. 307) nach Réaumur's Zeugniss die Details kleiner tragbarer Oefen von 16—24 Zoll Höhe und 6—9 Zoll Durchmesser an, welche mit Hülfe von Handblasebälgen, deren Düsen in einer Form sich vereinigten, in Betrieb gesetzt und erhalten wurden.

Der Ofen war aus feuerfestem Thon gemacht und bestand aus zwei Hälften, von denen der Obertheil, der den Schacht vorstellte, genau auf den Untertheil passte, in welchem sich der Herd in Form einer flachen Mulde oder Capelle befand.

Nach Füllung des letzteren mit flüssigem Eisen wird derselbe abgenommen und als Giesspfanne benutzt.

Mit dieser complicirten sowohl als rohen Manipulation war Réaumur, als er seine Versuche begann, nicht recht zufrieden und construirte zunächst für jede Hälfte des Ofens eiserne Gerippe, die nur noch mit Thon verkleidet und ausgefüttert wurden. Als ihm der zweitheilige Ofen überhaupt nicht mehr genügte, machte er den Apparat aus einem Stück, gab ihm der Düse gegenüber eine in gleicher Höhe angelegte Stichöffnung und hing den Ofen in einem besonderen Gerüst so auf, dass er während des Schmelzens selbst senkrecht stand, aber sofort umgestürzt werden konnte, sobald der Untertheil sich bis zur Höhe der Form mit Eisen gefüllt hatte.

§. 13. Diese kleinen 16 Zoll hohen Réaumur'schen Oefen änderte man nach und nach dahin ab, dass man sie bis 16 Fuss vergrösserte und mit starken Maschinengebläsen betrieb, und namentlich haben sich die Engländer für die Vergrösserung und Ausdehnung des Schachtofenbetriebes sehr verdient gemacht, wie denn auch die bedeutendste Leistung der letzten Jahre auf diesem Gebiete, der Irelandsche Cupolofen, eine wesentlich englische Neuerung ist.

Das Umstürzen der Oefen hat man durch Niedrigerlegen der Stichöffnung entbehrlich gemacht und damit eine grosse Unbequemlichkeit des früheren Betriebsverfahrens beseitigt.

Digitized by Google

Trotzdem bediente man sich in Schweden noch zu Karsten's Zeiten dieser Senk- oder Sturzöfen, wie aus Mittheilungen des verdienten Metallurgen hervorgeht. Ein von Norberg*) construirter Stürzöfen ist in dem Atlas zur Eisenhüttenkunde Taf. XXII., Fig. 12 *a. b.* ausführlich dargestellt worden und besass $7^3/_4$ Fuss Höhe, $1^1/_2$ Fuss Bodenweite, $2^1/_2$—3 Fuss Weite an den Formen und 2 Fuss Gichtdurchmesser. Sein Profil war mithin das eines mitten ausgebauchten Cylinders und in Betreff der Oekonomie des Brennstoffes das Allerungünstigste, das man nur denken kann. Seine Resultate sind, verglichen mit denen der schlechtesten Cupolofenwirthschaft, höchst unvortheilhaft, wie ich bei dem Betriebe selbst anzuführen Gelegenheit haben werde.

Die einzelnen Theile des nur ein hitorisches Interesse in Anspruch nehmenden Apparates lassen sich genau aus der deutlich und klar ausgeführten Karstens'schen Zeichnung erkennen und sind denen der eigentlichen Cupolöfen ziemlich ähnlich, bis auf Alles, was sich auf den Bewegungsmechanismus bezieht.

Schmelzapparate wandernder Giesser. Calabasseöfen.

§. 14. Eine ganz eigenthümliche Art von Schmelzapparaten machen die Oefen der sogenannten Calebasseries in Belgien aus, welche erst neuerdings durch Mallet in seinen ausgezeichneten Arbeiten über den Giessereibetrieb beschrieben und abgebildet worden sind**) und die ich auf Taf. I., Fig. 8 im Profil, Fig. 9

---

*) Norberg, über die Produktion des Roheisens in Russland und über eine neue Schmelzmethode in sogenannten Stücköfen. Aus dem Schwed. von Blumhof. Freiberg 1805. Danach Karsten III. §. 724, S. 311.

**) R. Mallet giebt in dem Octoberheft des Particat Mech. Journals vom J. 1865 (Vol. II., Série 3, p. 194) so genaue und so kritisch behandelte Details über die Einrichtung und den Betrieb der Callebasses, dass ich nicht umhin kann, dieselben zu erwähnen: von anderer Seite wurde mir allerdings die Versicherung, dass diese Industrie auch in ihrem Vaterland Belgien bereits längst ihre Endschaft erreicht und nur in einzelnen

Digitized by Google

in der Vorderansicht und Fig. 10, 11, 12 in einigen Details wiedergegeben habe.

Der Schmelzapparat einer grösseren belgischen Calebasserie ist hiernach aus zwei Theilen zusammengesetzt, aus denen der unter Theil (le creuset), der Tiegel genannt, zum Ansammeln und zu gleicher Zeit auch zum Vergiessen des Eisens bestimmt ist. Deshalb ist demselben eine Armatur von Tragstangen, Bügeln und Gabeln gegeben worden, welche der einer gewöhnlichen Gabelpfanne (s. u. unter Theil *B.)* grösseren Formats vollkommen entspricht und im Ganzen kräftiger gebaut ist.

Der obere Theil des Apparats ist ein starker blecherner Mantel (la tour), der Thurm, in Form eines der Länge nach aufgeschlitzten Cylinders, welcher genau auf die Tiegelpfanne passt und dessen fehlendes Längestück dadurch ersetzt wird, dass man den ganzen Schmelzapparat hart an eine Wand stellt, welche einen Rauchfang und eine Esse trägt und wie die Rückseite eines Schmiedefeuers einen Durchgang für den Windzulass besitzt.

Der zum Schmelzen nothwendige Windstrom wird durch einen leichten schmiedeeisernen, resp. blechernen Ventilator geliefert, welcher hinter der erwähnten Mauerwand auf einem Mauerfundament befestigt ist. Den Umtrieb desselben besorgt ein grosses Schwungrad mit Riemenscheibe, welches durch Handbewegung gedreht wird.

Die Form, mittelst welcher der Windstrom durch die Wand hindurchgeführt wird, ist an der Oeffnung von 6 Zoll Weite, reicht aber nicht bis an den Schacht des Apparates, der durch eine Düse von nur 4 Zoll Weite und abgerundeter Gestalt bedient wird.

Schriften, z. B. denen des verdienten Valérius (Roheisenfabrikation) noch ein gespenstiges Dasein führe. Ich glaube indessen, dass die Details dieser kleinen Giessvorrichtungen eben so viel Interesse für das vorliegende Thema haben können, als die in neueren metallurgischen Werken mit Vorliebe behandelten Rennarbeiten und Rennfeuer der Inder und Chinesen für den Hochofenprozess der Neuzeit.

Digitized by Google

Der Ventilator macht ungefähr 900 Drehungen und der Windstrom zeigte nach oberflächlicher ungefährer Schätzung beinahe dieselbe Pressung, wie sie bei dem Betriet eines 2—$2^1/_2$ Fuss weiten Cupolofens erforderlich ist.

Obwohl weder Regulator, noch ein Windmesser vorhanden war, so schien doch der scharfe Druck eine erfahrungsmässig vorgeschriebene und unumgängliche Nothwendigkeit bei einem solchen Betriebe zu sein.

Was die innere Auskleidung des Tiegels und des Schachtes anbetrifft, so wird dieselbe einfach durch einen Lehmüberzug bewerkstelligt, der vor jedem Anblasen erneuert wird.

Die neueren Schachtöfen, ihre Fundamentirung und ihre Construktion im Allgemeinen.

§. 16. Die neueren Schachtöfen zum Umschmelzen des Roheisens, die Cupolöfen, sind im Allgemeinen von einfach säulenförmiger Gestalt und zeigen im Innern nur schwache, wenn auch in der Eigenthümlichkeit veränderliche Abweichungan von der Form eines geraden Cylinders.

Jeder Cupolofen besteht hauptsächlich aus drei von einander wenig abhängigen Stücken: dem Fundament, dem eigentlichen Ofen und der darüber befindlichen Esse, eine Vorrichtung, welche hier vorwaltend nur zur Sicherung der umliegenden Räume, Dachconstructionen etc. dient.*)

Das Fundament, aus einem $1^1/_2$—2 Fuss über die Hüttensohle hervorragenden Würfel von Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk bestehend, muss mit grosser Sorgfalt auf eine festgestampfte Unterlage von Schlacken oder Kies gelegt werden und wird oft zur Vermeidung raschen Abnutzens mit einer gusseisernen Platte gedeckt, welche durch einen nach unten fallenden Rand, besonders die Kanten des Sockels, vor dem Abbrechen schützt.

---

*) Ich nehme hier natürlich die sogenannten Zugcupolöfen aus, die ohne Gebläse arbeiten.

Digitized by Google

Diese Platte muss natürlich überall auf dem Mauerwerk des Fundaments aufliegen und da dieses schwer zu erreichen ist, so durchbricht man sie in der Mitte und stellt sie in Form eines Rahmens her, der hinreichend breit ist, um der Unterplatte des eigentlichen Ofens eine sichere Auflage zu gewähren. Die Grösse des Fundaments richtet sich nach dem Ofenquerschnitt und dieser ist abhängig von der beabsichtigten Leistung der ganzen Anlage, da sich, wie später nachgewiesen werden soll, die Produktionssumme eines Ofens innerhalb einer gewissen Zeiteinheit nach dem Querschnitt des Ofeninnern richtet, d. h. nach der zu gleicher Zeit in Brand stehenden Feuerfläche. Die Fundamentplatte kann nach alledem ausserordentlich variiren und von $2^1/_2$—8 Fuss im Quadrat sein, welche Maasse den verschiedenen lichten Ofendurchmessern von 1 Fuss bis 6 Fuss entsprechen würden.

Auf Fig. 3 und 4 der Tafel II finden sich die nothwendigen Details eines Fundaments: der Würfel *A*, und der Deckplatte *B* mit runder Oeffnung rahmenartig durchbrochen. Fig. 5 zeigt die obere Ansicht der Deckplatte, so weit dieselbe nicht von der Bodenplatte des Cupolofens selbst verdeckt wird.

In Fig. 8 zeigt sich für den Aufbau eines Ofens mit gusseisernem Mantel eine ähnliche Anordnung des Fundaments wie die vorstehende für den Ofen mit blechernem Mantel, nur ist der Mauerwürfel des grösseren Gewichts wegen dicker und auch tiefer gegründet.

§. 17. Der Ofenkörper besteht wesentlich aus einem eisernen Mantel mit einem Futter von feuerfesten Steinen und Masse, zerfällt aber in eine Menge einzelner wichtiger Theile, welche sowohl Armatur als Futter selbst zusammensetzen.

Die **Armaturtheile** sind der Mantel, die Bodenplatte, die Windleitung, soweit sie speciell zum Ofen gehört, die Arbeitsthür, der Gichtkranz; das **Futter** besteht aus dem Boden oder Ofenherd, dem Ofengestell und dem Schachte.

Wegen der grösseren Bedeutung all dieser Theile

Digitized by Google

des eigentlichen Ofens werden dieselben noch eingehender besprochen; hier handelt es sich vorerst nur um die allgemeine Skizze der Haupttheile, deren 3ter und letzter, die Esse, noch zu erledigen ist.

Obwohl bei den Cupolöfen die Verbrennung der Brennstoffe, d. h. die eigentliche Leistung der Apparate von einem zugeführten comprimirten Windstrome abhängt und streng genommen einer Esse nicht bedarf, so befördert man doch den gleichförmigen Gang eines Cupolofens dadurch, dass man seine Gichtflamme unter einem Essenmantel austreten lässt, abgesehen von anderen Unzukömmlichkeiten, z. B. der Feuersgefahr, die sich aus dem Nichtableiten der Verbrennungsprodukte leicht entwickeln würde.

In älterer Zeit, wo man die Cupolöfen, besonders auf deutschen Eisengiessereien, mit grossem Luxus ausstattete, baute man grosse Essenmäntel, die auf zierlichen gusseisernen Gerüsten und Säulen ruhten und hinreichten, ein paar oder noch mehr Cupolöfen unter ihren Schutz zu nehmen.*) Heute geht man davon mehr und mehr ab; man macht jeden einzelnen Ofen unabhängig und giebt jedem Ofen seine eigne Esse in Form eines hinreichend breiten und hohen Blechrohrs, welches, nach unten trichterartig erweitert, auf einem hohen Gichtkranz vollkommen dicht aufgesetzt werden kann, so dass ein unmittelbarer Anschluss zwischen Ofen und Esse stattfindet. Dadurch wird die Regelmässigkeit des Schmelzganges, sowie die gleichmässige Vertheilung der Hitze befördert, auch die Einwirkung von unruhiger Luft, Stürmen etc. auf das geringste Maass reducirt. Fig. 6 der Tafel II. giebt eine Idee der Anordnung solcher Blechessen, während auf Fig. 3 und 4 derselben Tafel der Zusammenhang von Ofen und Esse klar wird.

*) Vergleiche die auf Tafel XIII. des Karsten'schen Atlasses, Fig. 1, 2, 3 abgebildete Cupolofenanlage zu Gleiwitzer Eisengiesserei, deren mangelhafte Einrichtung in noch anderer Beziehung später ebenfalls zur Besprechung kommt.

Digitized by Google

Von den einzelnen Theilen der Ofenarmatur. Mantel. Bodenplatte. Windleitung. Gichtöffnung. Arbeitsthür. Stich.

§. 18. Der Ofen selbst besteht, wie schon gesagt, aus

1) Armatur und
2) Futter.

Die Armatur enthält folgende bemerkenswerthe Theile:

a) den Mantel, d. h. die eiserne Umhüllung und Stütze des Ofenkörpers von cylindrischer, conischer, prismatischer oder pyramidaler Form.

Der Mantel wird entweder gegossen oder geschmiedet, resp. aus Blech zusammengenietet.

Die Herstellung durch Guss ist für eine Giesserei die bequemere und wohlfeilste, obwohl mehr Material dabei verschwendet wird, als wenn man einen Blechmantel anwendet, der stets dünner ausfallen kann.

Jeder gegossene Mantel lässt sich aus demselben Grunde nicht aus einem Stück herstellen, denn er würde zu schwer ausfallen und sich nicht gehörig drehen, wenden und aufstellen lassen. Die Theilung der gegossenen Mäntel geschieht in zweierlei Weise, entweder der Höhe oder dem Durchmesser, resp. der Peripherie nach, sodass man also die Mäntel in einzelnen Absätzen nach der Höhe mit Muff oder Flansche construirt oder in Längsstreifen zerlegt, welche mittelst Flansche aneinandergeschraubt, ein Prisma von 6—8 Seiten bilden.

Die erste Art ist insofern wohlfeiler, als wenige Bolzen und Muttern zum Zusammenschrauben erforderlich sind; dagegen bieten die Theile des nach der zweiten Methode getheilten Gehäuses den Vortheil einfacherer Darstellung beim Guss dar, insofern ihre Modelle nur gerade Platten mit stumpf angesetzten Flanschen sind.

Eine andere Theilung als die geschilderten, wird angewendet, sobald der Ofen durch seine einzelnen Theile eine complicirtere Gestalt erhält; in diesem

Digitized by Google

Falle richtet sich die Lage der Trennungslinien und Flächen vollständig nach der Complikation der Bauart und den Rücksichten, welche in Betreff der Fabrikation jedes einzelnen Theils genommen werden muss.

Jene erläuterten elementaren Theilungen beziehen sich deshalb nur auf glatte, cylindrische oder konische, resp. prismatische und pyramidale Formen des Ofenkörpers.

§. 19. Die blechernen Ofenmäntel sind in neuester Zeit die verbreitetsten und beliebtesten, weil sich deren Material ohne besonders grosse Kosten zu hohlen Formen leichter verarbeiten lässt, als das eine künstlichere Arbeit erfordernde Gusseisen.

Die Billigkeit gebrauchter Dampfkessel und weiter Siederohre gestattet um so mehr die Anwendung von Schmiedeeisen und Blech, weil man aus solchem bereits gebrauchten Material äusserst leicht und bequem einen ganzen Cupolofenmantel herstellen kann. Es ist in der That nichts nöthig, als ein Cylinderstück von bestimmter Länge abzutrennen und in dasselbe die zur Führung des Betriebes nothwendigen Oeffnungen auszustemmen, also Arbeitsöffnung, Stich- und Windzuleitung. Das Ausfüttern geschieht, nachdem der Mantel an Ort und Stelle angebracht ist, wo der Ofen funktioniren soll und man muss nur vorsichtig im Anschliessen des Futters an den Mantel sein, um jenes möglichst unabhängig von den ziemlich lebhaften, während des Erhitztwerdens und Abkühlens eintretenden Bewegungen des Schmiedeeisens zu machen.

In manchen Fällen bedient man sich auch beider Materialien bei der Zusammenstellung des Ofenmantels, d. h. man fertigt die rein cylindrischen oder conischen ganz glatten Partieen aus Blech, während man kleinere complicirtere Formen — Windleitungstheile, Verschlüsse der Arbeitsthüren und des Stichs — aus Gusseisen macht.

Im Verlauf der Beschreibung einzelner Construktionen von gewissem Ruf wird dieser Zusammenhang besser einleuchten; jedenfalls aber thut man gut, von vornherein beim Entwurfe eines Cupolofens auf mög-

Digitized by Google

lichste Einfachheit zu sehen, um dann späterhin nicht zu unnöthigem Luxus in der Ausführung gezwungen zu sein.

Es erhellt aus der auf Taf. I. befindlichen Zeichnung einer Cupolofenarmatur, wie einfach eine solche sein kann, ohne deshalb irgend eine begründete Anforderuug unberücksichtigt zu lassen. Fig. 3 und 4 geben Profil und Vorderansicht, Fig. 5 Querschnitt und theilweisen Grundriss eines mit glattem Blechmantel versehenen Cupolofens. Die zur Aufnahme der Gichtthüren *G* und Arbeitsthüren *F* bestimmten Zangen oder Rahmenstücke sind, wie besonders aus Fig. 5 ersehen werden kann, aus Gusseisen gefertigt und auf den blechernen Mantel aufgenietet.

§. 20. Der nächste Theil der Armatur, *b)* die Bodenplatte, liegt auf dem Fundamente auf, d. h. auf der eisernen Deckplatte desselben.

Sie hat meist eine runde Form, seltener eine eckige und ist ziemlich stark im Eisen gehalten; ein ca. $1^1/_2$—2 Zoll holer Rand dient dazu, den Mantel des Ofenkörpers zu umgeben und einzufassen, so dass derselbe nicht verrückt werden kann; ein Fortsatz an der Vorderseite der Platte ist nöthig, um die Abstichrinne zu bilden oder aufzunehmen.

Fig. 3—5 der Taf. II. giebt ein klares Bild einer solchen Grundplatte, wie ich selbst sie vielfach angewendet habe. Fig. 3 *c* zeigt den Längsschnitt der Platte von hinten nach vorn, durch die Mittellinie des Abstichfortsatzes gelegt, die Fig. 4 *c* die Vorderansicht der Abstichseite und Fig. 5 die Oberansicht, aus welcher man die Länge und Breite des Fortsatzes genau sehen kann. Die Länge ist nicht bedeutend, da man zum Abstechen oft noch eine Blechrinne anschraubt, wie sie uns die später zu beschreibenden einzelnen Cupolöfen zeigen werden. Die Breite des Fortsatzes ist dagegen bedeutender, um die erforderliche Futterstärke des Vorherdes zu erzielen und auch die Thür *F* sammt an den Mantel zu schraubenden Rahmen, nach Festlegung der Bodenplatte und Aufstellung des Mantels bequem anlegen und abnehmen zu können.

Digitized by Google

Oft versieht man die Bodenplatte mit 4 starken Lappen (s. Fig. 5, Taf. II.), welche auf die Ebene des Fundaments passen ued Ankerstäbe aufnehmen, die in der Tiefe des ersteren hinter quadratischen Platten verkeilt und versplintet sind.*)

Im Allgemeinen ist diese Vorsicht unnöthig, weil das Gesammtgewicht des Ofens genügend ist, ihn in vertikaler Lage zu erhalten und es nur darauf ankommt, das Fundament genau abzurichten, namentlich aber die Deckplatte desselben mit der Wasserwaage vollkommen horizontal aufzulegen.

Trocknet das Fundament dazu recht gut aus, so ist bei vorsichtigem Aufsetzen des Ofens nicht zu befürchten, dass der ganze Bau schief zu stehen komme.

Hat man Eile, so kann man allerdings die Sache leicht verderben, obwohl auch dann der Fehler mehr der Schönheit und dem Ebenmaass der Aufstellung, als der Solidität Eintrag thut. Ein von mir mit einiger durch die Umstände gebotenen Hast aufgerichteter Cupolofen stand jahrelang auf mehr oder minder zertrümmertem Fundamente, funktionirte aber nichtsdestoweniger bei guter Bedienung ganz ausgezeichnet und wurde während dieser Zeit täglich in Anspruch genommen.

Er hatte weder eine besonders gegossene Fundamentdeckelplatte, noch eine ordentliche Bodenplatte, sondern wurde auf das mit einer ganz gewöhnlichen Eisenplatte gedeckte Fundament gesetzt und der Herd direkt auf das letztere aufgestampft.

§. 21. Der 3. Theil der Armatur, *c)* die Windleitung, umfasst natürlicherweise nur diejenigen Stücke der Windzuführungskanäle, welche sich auf die örtliche Vertheilung der Gebläseluft kurz vor dem Eintritt in das Ofeninnere beziehen. Die Verbindungsröhren, welche z. B. von den Regulatoren der Ge-

*) Der auf Taf. VII. befindliche grosse Cupolofen von Dirschau lässt die Details einer solchen Befestigung und Verankerung am deutlichsten sehen.

Digitized by Google

blasemaschinen nach der Cupolofenanlage führen, rechne ich nicht hierher, es sind das Theile der allgemeinen Anlagen und in ihrer Anordnung hauptsächlich durch lokale Verhältnisse bedingt, die sich oft nicht ändern lassen, obwohl sie keine guten Folgen für den Betrieb zeigen.

Es giebt für die Windleitung, wie ich sie hier verstehe, hauptsächlich zweierlei Anordnungen.

Dieselben richten sich danach, ob die Luft durch mehrere von 2 oder 3 Seiten übereinanderliegende Oeffnungen in den Ofen gelangen soll, oder ob der Eintritt derselben durch eine Reihe, rings um die mittlere Zone des Ofenkörpers disponirter Zulässe erfolgen muss.

Ohne vorerst ein Urtheil über das eine oder andere System zu gestatten, sollen die beiden Anordnungen nacheinander erläutert und mit der einfachsten begonnen werden.

Denkt man sich eine Reihe Cupolöfen nebeneinander, die selten zusammen, in der Regel aber abwechselnd arbeiten, so lässt sich ganz wohl beweisen, dass die beste Anlage der gemeinschaftlichen Windleitung eine direkte unter sämmtlichen Cupolöfen, resp. durch die Fundamentkörper hingeführte, hinreichend weite Rohrleitung sein muss, um gleichzeitig als Regulator des Windzuflusses zu dienen. (S. u.)

Vor dieser Hauptleitung, deren Existenz ich auch bei dem Ofenentwurf auf Taf. II., Fig. 3 und 4 vorausgesetzt und in der Zeichnung durch q bezeichnet habe, würden nun mittelst eingelegter Spundrohre die nothwendigen Abzweigungen an jeder Seite des Ofens nach oben stattfinden. Ein Knierohr (s. H auf Fig. 4, Taf. II.) mit konischem Hals führt endlich in den richtigen Abstand vom Boden des Ofens den Wind in denselben durch die im Mantel und Futter ausgesparten runden Oeffnungen, die Formen (s. H_{I}, H_{II}, H_{III} der Fig. 3); oder man verbindet den erwähnten konischen Hals mit dem oberen Ende des Steigerohrs

Digitized by Google

durch einen weichen und dichten Lederschlauch, der das höchste Maass der Beweglichkeit gestattet. *)

Als accessorische Theile jeder Windleitung sind noch zu erwähnen: die ebenfalls auf Fig. 4 entworfenen Zulassklappen mit Stellvorrichtung *I*, Visirklappen mit Spiegelglasverschluss *K*, um das Schmelzen beobachten und die Formen reinigen zu können, wenn mit geschlossenen Formen gearbeitet wird; endlich eine verschraubbare Oeffnung *L*, um ein Manometer einzustecken.

§. 22. Abgesehen von den in den Steigerohren etwa angebrachten Klappen zum Behuf des Windabschlusses und anderen Verbesserungen, ist die eben geschilderte Art der Windführung eine ausserordentlich rohe und ursprüngliche.

Die zwei ziemlich in gleicher Höhe in den Ofenschacht tretenden und in ihrer Richtung entgegengesetzten Windströme bringen nicht den Effekt hervor, den eine gleichmässigere Windzuführung im Gefolge hatte. Trotzdem aber hat man das System der gegenüberliegenden Formen für die Fälle beibehalten, wo in einem und demselben Ofen abwechselnd verschiedene Mengen Roheisen einzuschmelzen waren.

In solchem Fall musste die Windzuführung ein veränderliches Niveau erhalten, je nachdem eine grössere oder geringere Menge Roheisen im Cupolofen flüssig vorräthig gehalten werden sollte.

Man legte alsdann auf jede Seite des Cupolofens 3 und mehr Windzulässe in Mantel und Futter und gab dem Steigerohr der Windleitung in entsprechenden Abständen Seitenhälse, auf welche der Lederschlauch des konischen Düsenhalses in ganz gleicher Weise aufgezogen wurde.

Stieg das Eisen nach längerem Betrieb bis an die beiden unteren Zulässe, so verstopfte man dieselben, nachdem man die Schläuche auf die nächsthöheren Hälse der beiden Steigerohre aufgezogen und befestigt

*) Solche Lederschläuche sind in Fig. 4 unter P_{I}, P_{II}, P_{III} an der rechten Seite angedeutet.

Digitized by Google

hatte; in dieser Weise vermochte man bei einer hinreichenden Anzahl Abzweigungen und Formen das Verfahren mehrere Male zu wiederholen, bis der Zweck erreicht war.

Ein solches Steigerohr mit Hälsen habe ich an der rechten Seite des Cupolofens in Fig. 4 der Taf. II. angegeben und man sieht aus der Zeichnung, dass das obere Ende mittelst Flansche und Deckel *N* verschlossen ist.

Abweichende Constructionen sah ich in der Werkstatt von Zimmermann in Chemnitz, wo auf einer vermuthlich rektangulären blechernen Windleitung, Taf. II., Fig. 7 *A*, ebensolche, nach oben sich verjüngende Steigerohre *B* standen, aus denen durch kurze, flanschenartig anschliessende Seitenhälse CC_1 C_{11} der Wind in die Formen der Cupolöfen tritt. Auf der Rückseite der Steigerohre waren in entsprechender Höhe Klappen D, D_1, D_{11} mit hinreichend lösbarem Verschluss angebracht, durch welche man eine Reinigung oder eine andere Arbeit in den Formen ganz bequem vornehmen konnte.

Der successive Verschluss der beim Steigen des Eisens im Ofen nicht mehr betriebsfähigen Düsen geschieht durch Verstopfen derselben mittelst der Klappen der Rückseite, welche dem angewandten Verschlussstück von feuerfester Masse den Durchgang gewähren.

§. 23. Das Princip der ringförmigen Windzuführung, wie es im §. 21 als zweites Construktionsfundament angeführt worden ist, wurde bereits in der ersten Entwickelungsperiode des Giessereibetriebes in die Praxis eingeführt, als man auf der Berliner Eisengiesserei zuerst und dann auf den Staatsgiessereien zu Sayn und Gleiwitz die Sefström'schen Windöfen nachahmte und die Schmelzzone des Cupolofens mit einem ringförmigen Canal umgab, der mittelst einer bestimmten Anzahl gleichmässig um die ganze Peripherie des Ofens vertheilter Windzulässe die lebhafteste Verbrennung in dieser Zone des Ofens erregen sollte. Von der energischen Wirkung, auch im Grossen, nicht ganz überzeugt, ordnete man indess eine so

Digitized by Google

grosse Anzahl von Zulassöffnungen an, dass man unter Innehalten eines gewissen Intervalls genöthigt war, dieselben in der Richtung einer schwachansteigenden Schraubenlinie so zu legen, dass zwei volle Windungen vorhanden waren und stets 2 Oeffnungen übereinander sich befanden. Auf diese Weise hatte man zunächst 16, dann als der Betrieb zu rasch ging, um ein gleichmässiges Verbrauchen des Eisens noch möglich zu machen, nur 12 und endlich, namentlich bei kleineren Apparaten, 8 Formen.

Durch die Annahme einer Schraubenlinie gelang es auch, die Windströme in verschiedene Ebenen zu legen.

Um nun den Gang des Schmelzens zu controliren, wurden in ganz ähnlicher Weise, wie ich es von dem Steigerohr der Zimmermann'schen Windleitung (§. 21) erwähnte, den Formen gegenüber in der Aussenwand des ringförmigen Canals Visiröffnungen mit genau schliessenden Deckeln angebracht, welche Spiegelglas tragen.

Die Verbindung zwischen Hauptleitung und ringförmigem Canal wird durch ein oder zwei Steigrohre bewerkstelligt, die kurz vor ihrem Anschluss ein verstellbares Ventil tragen und mit einem kurzen Knie in den Ring münden. Dieser Letztere hat in der Regel einen rechtwinkligen Querschnitt, ist um so schmäler, je höher er, der Zahl der Formen entsprechend, gemacht werden muss und wirkt im Allgemeinen um so besser, je weniger sein Querschnitt von dem der Windleitung sich unterscheidet.

Auf Taf. II., Fig. 8 findet sich eine solche ältere Construktion von ringförmigen Windkasten, wie sie z. B. auf der Gleiwitzer Eisengiesserei vorhanden. Auf dem Gestellmantelstück *D* sitzt der einen Theil des Mantels bildende Windkasten *I*, der durch eine Leitung *K* von der Rück- oder Nebenseite her seinen Inhalt empfängt und denselben durch mehrere (in diesem Falle 6) Oeffnungen H_I H_{II} H_{III} H_{IV} H_V H_{VI} an das Ofeninnere abgiebt. Die Lage der 6 Formen erläutert

Digitized by Google

sich von selbst durch die Betrachtung der Figur. Jeder Form gegenüber befindet sich auf der Aussenwand des Windkastens die Visirklappe mit Spiegelglas — auf der rechten Seite der Figur habe ich sie weggelassen, um den Anschluss des Windleitungsrohres im Durchschnitt zeigen zu können, der eigentlich immer nur zwischen 2 Visirlöchern stattfinden kann.*)

§. 24. Nachdem die im vorigen §. beschriebene Einrichtung bekannt geworden, verbreitete sich ihre Anwendung, aber diese wachsende Popularität, verbunden mit einer grossen Summe sanguinischer Erwartungen, hat der neuen Einrichtung eher geschadet, als genützt.

Dazu kam noch die in die 30er Jahre fallende Anwendung des warmen Windes auf die verschiedenen Betriebsbranchen des Eisenhüttenwesens, welche die Anlage von Winderwärmungsapparaten auch bei Cupolöfen als unumgänglich nothwendig ansehen liess.

Der Sefström'sche Cupolofen liess sich dazu nicht gut verwenden und man blies wieder mit zwei einander gegenüberliegenden Formen, nachdem man den Wind durch die Gichtflamme der Oefen selbst in mannigfach gewundenen Röhrentouren erwärmt hatte.

Die wahren Vortheile des Sefström'schen Ofens wurden nicht recht erkannt, die Zeit war noch nicht so theuer geworden, als jetzt und die Förmer fürchteten sich vor einem Apparat, der in der Stunde 60 bis 80 Ctr. Guss geben konnte und der sie zwang, in unerhört kurzer Zeit abzugiessen und rasch wieder für neue Formen zu sorgen. Es war allerdings der erste Apparat, der in den noch sehr ruhigen Giessereibetrieb etwas Fluss bringen sollte und der deshalb, auch unter geschickten Ingenieuren und Technikern, sich viel Feinde erwarb. Als die Hoffnungen, die der warme Wind zuerst erregt, sich mehr oder weniger als Illu-

*) Auf Taf. III., Fig. 10 u. 12 u. 12 *a*, sowie 10 u. 17 finden sich Details der auf der Kgl. Eisengiesserei von Berlin zuerst angelegten Schmahel'schen Cupolöfen nach dem Sefström'schen Princip, auf welche ich hier schon verweise.

Digitized by Google

sionen erwiesen, indem die Ersparniss an Brennstoff sich in einer stets wachsenden Verschlechterung der Qualität des Eisens compensirte, fing man wieder an mit kaltem Winde zu schmelzen, legte aber auf guten Brennstoff das meiste Gewicht und hier war es, wo der Sefström'sche Ofen sich als der Apparat darbot, welcher die meisten Vortheile vereinigte.

Man änderte seine Construktion nur wenig und diese Aenderungen betrafen lediglich Zahl und Anordnung der Formen, sowie die innere Schachtprofilirung, welche den neuesten Erfahrungen entsprechend modificirt werden mussten.

Bei der Beschreibung des Dirschauer Cupolofens, sowie bei der Entwickelung der Ireland'schen Construktionsgrundsätze, komme ich wieder auf die Anlage des betreffenden Ringkasten zurück und es wird dann Manches verständlicher sein, als an dieser Stelle gebracht.

§. 25. Während der Wind seinen Zugang zum Ofeninnern durch die Windleitung und die Formen erhält, werden die Materialien durch die Gichtöffnung aufgegeben, deren Ausfüllung den 4. Theil der Armatur des Ofens bildet.

Die Gicht, d. h. die obere Ausmündung des Ofenschachtes ist kreisrund, oft kegelförmig erweitert, damit die aufgegebenen Materialien beim Niedergehen nach der Mitte des Schachtes zu sich bewegen.

Wo die Oefen frei unter einem geräumigen Essenmantel stehen, wie in den Gleiwitzer und Berliner Anlagen, welche Karsten abbildete, da ist die Gichtöffnung mit einer Platte oder einem Kranz versehen, welcher die Kanten des Schachtes schützt, und man bringt ausserdem noch ein trichterartig geformtes Schild auf der dem Aufgeber gegenüberliegenden Seite des Schachtes an, um das Hinüberwerfen der Aufgebematerialien zu vermeiden.

Diese Vorrichtung ist besonders dann nöthig, wenn keine Aufgebebühne vorhanden ist und eine elende an die Ofenwand gelehnte Trittleiter Alles ist, was zum Aufgeben dient. In solchem Falle wirft der Ar-

Digitized by Google

beiter, der mit dem Kopfe kaum an die Gichthöhe reicht, den Inhalt des auf jenem ruhenden Aufgabegefässes, Kästchen oder Schwinge, auf die Gicht hinauf und ist beim besten Willen nicht im Stande, das Hinüberrollen der aufgegebenen Cokes- und Eisenstücke zu verhindern. Ein Schirm, wie hier nothwendig ist, wird an den Gichtenrand gleich mit angegossen und gewöhnlich so stark ausgenutzt, dass der Arbeiter, um sicher zu gehen, Alles gegen denselben wirft und dann erst von unten, mittelst eines langgestielten Hakens die auf die Schirmfläche gefallenen Stücke nach der eigentlichen Gichtöffnung wieder herunterzieht.

Wo nun die Esse direkt auf dem Cupolofen aufsitzt, wird in dem Theil der Umhüllung, welche den Ofen mit der Esse verbindet, eine Oeffnung in Form einer weiten, ca. $^1/_4$ der ganzen Peripherie einnehmenden Thür angebracht, durch welche das Aufgeben besorgt wird und welche in der Zwischenzeit am Besten mit einem gefütterten Thürflügel, der eingeklinkt werden kann, verschlossen bleibt. Wenn eine solche Vorrichtung aber gut gehen soll, so muss dieselbe mit einer in der Höhe der Gicht liegenden geräumigen Aufgebebühne verbunden sein und einen Blick auf die obere Fläche der Schmelzsäule mit Leichtigkeit gestatten. In dieser Weise ist die Gichtöffnung und ihr Verschluss in den Fig. 3 und 4 der Taf. II. entworfen worden. Fig. 3 giebt das Profil der gusseisernen mit feuerfesten Steinen gefütterten Thür, die in zwei Angeln hängt und zugeklinkt werden kann. — Fig. 4 zeigt in punktirten Linien die Contour der auf der Rückseite dieser Vorderansicht gelegenen Gichtenthür, den Klinkhebel und die Haspen.

Bei der Besprechung der allgemeinen Einrichtungen einzelner Cupolofenanlagen werde ich diesen sehr wichtigen Punkt noch näher ins Auge fassen.

§. 26. Während die Materialien durch die Gichtöffnung ihren Weg in das Ofeninnere finden, geschieht das Herausbringen der Produkte durch den fünften und letzten Theil der Armatur, die Arbeitsthür.

In derselben Grösse angeordnet, wie die Gichten-

Digitized by Google

thür in dem zuletzt beschriebenen Arrangement, besteht die Arbeitsthür aus einem mit feuerfester Masse gefütterten vollen Rahmen von Gusseisen, deren obere Kante leicht gewölbt ist.

Diese Thür *F* (Taf. II., Fig. 3, 4, 5) passt genau in eine Oeffnung am Boden des Mantels, welche in Bezug auf ihre Lage dem zur Aufnahme der Schlacken und Eisengussrinne bestimmten Fortsatz der Bodenplatte *c* entspricht. An den beiden Seiten des Thürrahmens sind starke eiserne Haken *I* in den Mantel genietet, welche nach Einpassen der Thür noch so weit über deren Rückfläche hervorragen, dass ein kräftiger Eisenstab I_1 als Verschluss eingelegt werden kann. Man macht diese Verhältnisse möglichst bequem und treibt dann eiserne Keile I_{11} zwischen Thür und Querleiste, um Erstere fester an den Ofen zu drücken. Bei grossen Thüren sind 2 Paar Haken und 2 Ankerstäbe erforderlich; die Haken werden auch oft dadurch ersetzt, dass an eine speciell eingesetzte Thürzarge, die also einen Theil des Mantels bildet, Knaggen mit Ausklinkungen angegossen werden, in welche dann die Ankerstäbe einfallen.

Die Thür selbst besitzt an ihrer Unterseite eine kleine ca. 3—4 Quadratzoll grosse Oeffnung F_1, die zum Abstechen des Eisens sowie zum Ablassen der Schlacke dient, welches beides nacheinander geschehen kann. Wenn man für gewöhnlich stärkere Abstiche hat und genöthigt ist, das Eisen im Ofen zu halten, so muss man dieser Oeffnung in der Arbeitsthür die Form eines hohen Schlitzes geben, um in veränderlicher Höhe abstechen zu können — doch empfiehlt es sich noch mehr, Eisen- und Schlackenabstich vollständig zu trennen

§. 27. Diese zweite vortheilhaftere Anordnung besteht in weiter Nichts, als dem Anbringen eines einfachen Stiches, also eine Oeffnung von 3—4 Zoll auf der einen Seite des Mantels und der Einrichtung der gewöhnlichen Arbeitsthür mit Schlackenstich auf der anderen entgegengesetzten Seite. Die Ofenconstruktion wird nicht geändert, ausser, dass man nicht mehr die

Digitized by Google

Gichtenthür entgegengesetzt zur Arbeitsthür anlegt, sondern sie auf derselben Seite anbringt, denn beide Thüren müssen nach der Aussenseite des Giessereigebäudes gekehrt sein, an dessen Wand die Cupolöfen gewöhnlich stehen.

Diese Einrichtung, die noch lange nicht gehörig gewürdigt ist, erweist sich für den Betrieb selbst von grossem Nutzen; da die Arbeitsthür allabendlich, d. h. am Ende der Schicht von dem Ofen losgemacht wird und nun der Ofenschacht von den etwaigen Resten des Betriebes, Cokes, Schlackenbrocken etc. befreit werden muss, so erspart man Arbeit und Kosten, wenn das Auskratzen des Ofens im Freien geschehen kann und man nicht nöthig hat, die vor den Oefen angesammelten glühenden Haufwerke in der Hütte selbst erkalten und am nächsten Morgen früh vor Anfang des Betriebes abfahren zu lassen. Auch liegt in dem älteren eben geschilderten Verfahren, das beizuhalten nur etwa der aussen fehlende Raum entschuldigen kann, keine geringe Feuersgefahr und es ist wirklich eine unverzeihliche Nachlässigkeit, diesem Schlendrian anzuhängen und nicht an das oft unberechenbar in den leicht zerstörbaren Holzmodellen einer Anstalt angelegte Capital zu denken.

Eine Vorstellung von einer Vorrichtung der Art, wie ich sie an einem alten Cupolofen der Eisengiesserei bei Gleiwitz anbrachte, giebt Fig. 1 der Taf. III.*) Es ist noch zu bemerken, dass, wenn man

*) Die hier abgebildete und besprochene Aenderung bezieht sich auf den transportablen Cupolofen der Eisengiesserei zu Gleiwitz, der in seiner ursprünglichen Gestalt in der Preuss. Zeitschr. IV. A. S. 180 und danach in Hartmann's Fortschritten Bd. 1, S. 289 geschildert worden ist. In dieser Gestalt, wie ich sie auch für die rechte Hälfte des Durchschnittes beibehalten habe, erweiterte sich der Ofen nach oben zu von 2 Fuss auf 3½ Fuss und dieses obere abnehmbare Stück diente gewissermaassen als Fülltrichter. Unter einem Essenmantel gerollt und mit einer Aufgebebühne, sowie der nöthigen Windleitung versehen, konnte der Ofen nach Belieben in Betrieb gebracht und nach dem Gebrauch in eine Ecke geschoben werden.

Digitized by Google

sich scheut, unter der ebenfalls aussen befindlichen Aufgebebühne die glühenden Betriebsabfälle eines Tages anzusammeln, man die Arbeitsthür um ca. 90° von der Axe der Aufgebethür verrücken kann, so dass beide Funktionen nach je einer Seite der Aussenhälfte geschehen. Bei der Besprechung ganzer Anlagen komme ich nochmals auf diesen wichtigen Punkt zurück, der vorzugsweise beim Entwurf einer Giesshütte gehörig bedacht werden muss.

Das Futter des Ofens. Theilung. Ausmauerung. Isolirschicht. Absetzen des Schachts. Windsteine Thürfutter. Materialien der Zustellung. Herstellung des Herdes.

§. 28. Das Futter der Cupolöfen begreift in sich alle aus feuerfesten Materialien hergestellten Verkleidungen des Oefeninnern, d. h. des in seinen einzelnen Theilen so eben geschilderten Mantels. Das Futter bildet mit seiner Innenfläche den eigentlichen Schmelzraum und lässt sich demgemäss auch nach den Wirkungszonen des Ofens am besten zergliedern. Hierzu kommt noch, dass man nicht durchweg dasselbe Material wählt, sondern besonders da, wo sehr feuerfeste Substanzen theuer sind, diese nur zu den Theilen anwendet, welche der grössten Hitze ausgesetzt sind — die anderen Ofentheile dagegen aus billigern Materialien herstellt.

Man kann also an Futtertheilen unterscheiden:

den Schacht des Ofens, d. h. den über der Schmelzzone liegenden Theil des Futters;

das Gestell des Ofens, d. h. den in und unter der Schmelzzone liegenden Theil des Futters;

den Boden oder Herd, d. h. den nach einer bestimmten Neigung hergestellten, zur Unterlage für das geschmolzene Eisen bestimmten Ofenfuttertheil.

Um einen Vergleich zwischen der Wirkung der Hitze in diesen verschiedenen Zonen zu geben und einen Maassstab für die nothwendige Dauerhaftigkeit der

Digitized by Google

einzelnen Theile zu gewinnen, sei angeführt, dass ein Cupolofenschachtfutter bei guter gewissenhafter Arbeit 6—8 Wochen starken Dienst oder das Durchsetzen von 5—6000 Ctrn. Roheisen vertragen kann, dass aber bei derselben Thätigkeit das Gestell alle 8—10 Tage ausgebessert werden muss, und dass schliesslich der Herd täglich zu erneuern ist, wenn man keine Nachtheile von der Schmelzung verspüren will und Betriebsstörungen aller Art fürchtet. Diese Zahlen sind sehr relativ, aber sie geben für gleiches Material und gleiche Arbeit das Verhältniss der Dauer; für gleiche Dauer und gleiche Arbeit den umgekehrten Maassstab für den nothwendigen Grad der Feuerbeständigkeit.

Die verschiedenen Schachtformen und Profile, auf die ich binnen Kurzem zu sprechen kommen werde, beeinflussen das eben dargelegte relative Verhältniss ebenfalls und in nicht geringem Grade, so dass der Werth desselben oft ein idealer wird.

§. 29. Bei den Cupolöfen älterer Construktion mit geräumigem Gusseisenmantel, sowie bei grösseren Apparaten der Art muss das Schachtfutter auf dem Gestellfutter ruhen, deshalb macht man beide aus demselben Material und verkleidet das Gestell selbst mit einer Schicht feuerfester Masse oder steigert in anderer Weise seine Widerstandsfähigkeit.

Bei den neueren Oefen, von denen später vorzugsweise die Rede ist und welche ein Profil haben, welches ganz eigenthümliche Verhältnisse zeigt, giebt man dem Eisenmantel von Zeit zu Zeit innere Vorsprünge, namentlich, wenn man bei Blechconstruktionen mit dieser Anordnung auch die Versteifung des Mantels erzielen kann.

Diese Rippen helfen das Futter des Schachtes tragen und machen es unabhängiger von dem Gestellfutter; man kann deshalb auch das letztere leichter auswechseln, ohne den Schacht sehr zu alteriren.

Bei der Ausmauerung eines Ofens geht man in der Weise voran, dass man auf der wagerechten Sohlplatte des Ofens eine dem untersten Ge-

Digitized by Google

stelldurchmesser entsprechende ringförmige Wand von feuerfesten Ziegeln aufzumauern beginnt, bis man die ungefähre Höhe der Abstichöffnung erreicht hat. Nach der Arbeitsthür zu muss diese Mauerung von der Kreislinie abweichen und den nöthigen Kreisabschnitt zum Anlegen der gradlinigen Thürfläche frei lassen.*) Weiter aufwärts bleibt der ganze Raum der Arbeitsthür frei, und das Futter geht zu beiden Seiten derselben mit seinen Stirnflächen bis hinter die Zarge der Arbeitsthür und bildet so die Seiten der Thüröffnung, welche, wie auch die feuerberührten Innenflächen, sehr sauber gefugt und scharf ausgeführt werden müssen. Aus diesem Grunde ist es gut, mindestens für die eigentliche Cylinder- oder Conusform des Schachtes, Formatsteine mit gekrümmten Innen- und Aussenflächen und radial sich schneidenden Seitenflächen vorräthig zu halten, die genaue und schmale Fugen geben.**)

Ueber der Thüröffnung wird beim Weitermauern ein leichtes Gewölbe geschlagen oder man giebt der eisernen Zarge einen tiefen Rahmen, der die Fortsetzung des Schachtes darüber trägt. Zieht sich, was bei den neueren Construktionen häufiger vorkommt, der Ofen in der Schmelzzone zusammen, so ragt eine Ziegelschicht über die andere vor und man behaut alsdann die Innenflächen nach der ungefähren Böschung, um das rasche Abschmelzen zu vermeiden, welches nicht blos die Ecken angreift, sondern einmal eingeleitet, rasch weiter geht.

Noch nothwendiger ist das Behauen bei der über der Schmelzzone in der Regel geschehenden Erweiterung des Ofens zum eigentlichen Schacht, denn hier

*) Wie aus Fig. 5 der Taf. II. hervorgeht, biegt sich die innere Schachtperipherie zu parallelen Futtermauern der Thüröffnung heraus, deren Stirnen über dem sie umgebenden Blechmantel noch den Rahmen der Thür und die Haken für den Querriegel tragen.

**) Auf Taf. II., Fig. 14 u. 15 habe ich die zwei gebräuchlichsten Formate von Cupolofenschachtziegeln dargestellt, muss aber bemerken, dass man sie leider selten so scharf ausgeführt findet.

Digitized by Google

wirkt jede Ecke noch störender auf den Betrieb ein und verhindert das gleichmässige Niedergehen der Eisengichten, die bei Bruchеisen- und Eingussverarbeitung aus lauter unregelmässigen, nicht selten zackigen Formen zusammengesetzt sind. Der übrige, theils cylindrische, theils conische Theil des Schachtes wird ganz in der bereits angedeuteten Weise auf der Mauerung des Gestellfutters aufgeführt und bis zur Gicht aus feuerfesten Steinen gebaut.*)

§. 30. Zu bemerken ist, dass bei der Ausmauerung des Gestelles und Schachtes in der angedeuteten Weise zwischen Mantel und Futter ein geringer Zwischenraum bleiben muss**), um die freie Bewegung des erhitzten Futters zu gestatten. Dieselbe ist eine Folge der Ausdehnung und vermöge der starken im Innern des Ofens herrschenden Weissgluth bedeutend grösser, als die Ausdehnung des nur schwach erhitzten äusseren Eisenmantels, auch wenn derselbe aus Schmiedeeisen besteht, das sich bekanntlich stärker dehnt und schwindet als Gusseisen. Die Beweglichkeit des Futters in seinen einzelnen Zonen ist aber verschieden und deshalb ist es gut, diese Zonen unter einander wieder unabhängig zu machen. Das geschieht durch innere Verrippungen des Mantels und dadurch bewirkte Auflagerungen für die einzelnen Schichten des Futters, wie ich es im vorigen §. andeutete.

Natürlicher Weise darf dadurch keine Lockerung des Futters stattfinden, es müssen also diese Fugen nur an den Stellen gestattet werden, wo die Temperaturgrenzen wirklich vorhanden sind und wo con-

*) Wie ich in Fig. 3 angedeutet habe, ist auch der den Essenkranz tragende Theil des Ofenschachtes aus feuerfesten Steinen gemauert worden, obwohl man denselben wie auch das Futter *L* der Esse aus gewöhnlichen gut gebrannten Steinen herstellen kann.

**) Ich habe in den Ofenquerschnitten Fig. 3, 4, 5 und 8, T. II. diesen geringen Zwischenraum hinter dem Ofenmantel durch einen starken rauhen Strich angedeutet. Man giebt selten mehr als $^1/_2$ Zoll jederseits Spielraum, bei gusseisernen Mänteln dagegen etwas mehr, da diese weniger stark sich ausdehnen.

Digitized by Google

struktive Rücksichten eine lose Verbindung des Mauerwerks wünschenswerth machen.

Einen **hohen** Schacht wird man deshalb an höchstens drei Stellen absetzen können, und zwar Taf. II., Fig. 3, von der Gicht an gerechnet etwa in der Mitte des Oberschachtes bei E_1 E_1 — dann über den Formen bei E_{11} E_{11} und endlich unter dieser Zone, aber über dem Eisenniveau bei E_{111} E_{111}.*)

Der Theil von der Gicht bis zur Linie A B bezeichnet den Raum, wo das Gusseisen noch nicht schmilzt, sondern nur vorgeglüht wird, — der nächste Theil bis zur Linie C D bildet die Schmelzzone des Ofens, welche aber noch kein giessbares, d. h. hinreichend flüssiges Produkt geben würde. Dieses wird erst innerhalb der 3. Zone, wo die Windströme in den Ofen treten, gebildet und auch so stark überhitzt, dass es ohne Nachtheil einige Zeit in der 4. Zone, dem untersten Theil des Ofens, als auf dem Herde verweilen kann. Hiernach ist eine Gliederung des Ofenschachtes zu entwerfen und auszuführen, obwohl sich diese 4 Zonen nur bei den rationell gebauten Oefen in der Wirklichkeit erkennen lassen und eigentlich nur das Programm der an die Wirkungsweise eines Cupolofens gestellten Anforderungen, selten aber den Ausdruck der Wirklichkeit geben.

§. 31. Während man das ganze Futter mit Vorsicht und Sorgfalt nach einer profilirten Chablone aufmauert, sich dazu einerlei Steine bedient und bei den verschiedenen Ofenweiten sich durch Behauen der Radienflächen hilft, um den Anschluss zu ermöglichen, ist es nothwendig, für die Winkel des Profils, für Oeffnungen im Futter, seien es Arbeits-, Windzuführungs-

*) Die Theilung ist hier bei einem durchaus cylindrischen Ofen nicht so genau durchgeführt, denn construktive Rücksichten auf die Nietreihen des Blechmantels bestimmten mich, die Winkeleisenkränze etwas anders zu legen, als es theoretisch richtig ist. Bei anderen Profilen macht man es genauer.

Auf Fig. 8 habe ich bei E E und E_1 E_1 solche innere Fortsätze eines gusseisernen Mantels gleichfalls angedeutet.

Digitized by Google

oder Aufgebeöffnungen, sich besonderer stärkerer, wo nicht eigenartig geformter Futtersteine zu bedienen.

Man muss nämlich an solchen stets vorzugsweise angreifbaren Stellen es vermeiden, der Wirkung des Feuers viele Fugen zu bieten, weil die Fugenkanten zuerst abschmelzen und jede Fuge einen Weg der Zerstörung in das Innere des Futters bilden kann, wenn die Steine nicht sehr scharf aufeinander ruhen, oder, wie es gewissenhafte Hüttenmaurer nie unterlassen, mit einer dünnen Schicht von feuerfestem Thon aufeinander aufgerieben worden sind. In der Schmelzzone ist natürlich, der daselbst herrschenden hohen Temperatur wegen, diese Vorsicht vor Allem anzuwenden und wiederum ist gerade hier durch das Einführen des Windstromes eine unvermeidliche Fugenanhäufung veranlasst; jede Formöffnung bildet gewissermaassen eine Fuge und wenn man sie durch Weglassung eines Ziegels und partielles Ausstemmen der benachbarten Steine herstellt, ist ausserdem noch sehr häufig der solide Verband in ihrer Nachbarschaft bedenklich gestört. Bei energischem Schmelzbetrieb kommt es daher häufig vor, dass innerhalb der Zone der Windzuführungen das Schachtfutter am Aergsten leidet und man kann dem nur dadurch abhelfen, dass man in der Art der eisernen Schmiedeformen viereckige oder achteckige Klötze von feuerfester Masse mit einer durchgehenden conischen Oeffnung anfertigen und in das Ofenfutter an der geeigneten Stelle einlegen lässt. Auf Taf. II., Fig. 9 u. 10 habe ich solche Thonformen von 8 Zoll Stärke, ca. 9—10 Zoll Länge und 4 Zoll lichter Weite abgebildet, wie sie sich bei der Potteriegiesserei in Gleiwitz während eines täglichen durchschnittlich 12—14stündigen dauernden Schmelzbetriebes ausserordentlich bewährten.*)

*) Wo man guten wenig schwindenden und recht feuerfesten Thon hat, wie man ihn z. B. auf der Königin Marienhütte bei Zwickau zum Ausfüttern der Converters braucht, lassen sich solche Cupolofenformen auch dünner, nicht in starken Klötzen herstellen und sind dennoch höchst dauerhaft.

Digitized by Google

§. 32. Was endlich die Herstellung der **Thürfutter** anbetrifft, so versieht man die Aufgebethür mit einem nur ganz leichten Futter von feuerfestem Material — bei genügender Schachthöhe ist selbst ein solches überflüssig, da alsdann die Hitze nicht bedeutend genug ist, um eine einfache eiserne Thür zu verderben. Gewöhnlich liegt auch die Aufgebethür in einer Tangente der äusseren Peripherie des Mantels und es bildet sich dadurch von selbst eine geschütztere Lage aus, da eine Art rechtwinkliger Vorbau entsteht, in ähnlicher Weise wie der Vorherd im Gestell des Ofens durch die Anlage der Arbeitsthür.

Zur bequemeren Arbeit, wie auch im Interesse der Dauer ist es dennoch rathsam, der Gichtenthür ein, wenn auch nur 3 Zoll starkes Futter aus Ziegeln oder Chamotteplatten zu geben, welches entweder durch eiserne Klammern oder durch ein Stabnetz auf der Innenfläche der Thür festgehalten werden.

Ein blosses Einkleben mit feuerfestem fettem Thon würde nichts nutzen, indem in diesem Fall durch das wiederholte Zuschlagen und Zuwerfen die Adhäsion des ohnehin schwindenden Thons an dem Eisen bald zerstört und aufgehoben wird.

Die Arbeitsthür an der Unterseite des Ofens muss wegen ihrer Lage im steten Contakt mit dem flüssigen Roheisen, bedeutend stärker gefüttert werden, als die obere Thür; dagegen braucht das Futter nicht verklammert zu werden, da eine Bewegung der Thür nicht stattfindet. Aus den Zeichnungen der Taf. II., III. u. ff. ersieht man leicht, das die Arbeitsthür ein ziemlich starkes Steinfutter, gleichzeitig aber auch einen eben so weit einspringenden zargenartigen Rahmen besitzt, der dem ersteren als Stütze dient. Bei jedem Anblasen des Ofens wird die Thür möglichst ausgebessert und mit der grössten Vorsicht, nachdem das Futter in freier Luft abgewärmt worden ist und seine Feuchtigkeit zum grossen Theil verloren hat, eingesetzt, wie ich das gelegentlich des Betriebes noch näher schildern werde. Auf den Schlacken- und Eisenstich ist noch besonders beim Füttern der

Digitized by Google

Thüren und des Ofenschachtes dahin zu achten, dass die Wände dieser kleinen Oeffnungen recht glatt und genau conisch nach innen zulaufend hergestellt werden. Eine unsaubre und gewissenlose Ausführung an dieser Stelle erschwert die Arbeit am Ofen ganz ausserordentlich und kann den Betrieb ernstlich stören, wenn die Bedingungen des Zufrierens durch eine anderweitige mangelhafte Wartung herbeigeführt worden sind.

§. 33. Anstatt der Ziegeln bedient man sich wohl in manchen Gegenden ähnlicher Gesteinsarten, wie dieselben auch für die Zustellung der Hochöfen das aus plastischem Thon dargestellte gewöhnliche Material der Schachtfutter vertreten.

So zeigt die von Bruno Kerl in seiner Hüttenkunde, Bd. III., auf Taf. III., Fig. 91 dargestellte Skizze eines steyerischen Holzkohlencupolofens eine solche Zustellung aus Werkstücken und ich selbst hatte Gelegenheit, die Verwendung von Sandstein zum selben Zwecke in der Hessler'schen Giesserei in Chemnitz zu sehen.

Die nördlich von dieser Industriestadt gelegenen Steinbrüche derjenigen thonigen Glimmersandsteine, denen Naumann den Namen Arkose gegeben, liefern das im frischen Zustande ausserordentlich bildsame Material für die Cupolofengestelle der genannten Giesserei, während der obere weniger der Hitze ausgesetzte Theil des Schachtfutters aus feuerfesten Ziegeln gebaut wird.

Das ganze Gestellfutter besteht hierbei aus nur wenigen Stücken, welche genau zusammengesetzt und aufeinander gepasst werden, um unnöthige Fugen zu vermeiden; aus diesem Grunde allein war man in einigen Chemnitzer Giessereien zur Anwendung roher grosser Bruchsteine geschritten und hatte in der angedeuteten Weise sorgfältig ausgewählte, in ihrer Textur möglichst homogene Stücke genau bearbeitet und aneinander gepasst. Die anfangs rauh und uneben gelassene Innenfläche schmolz nach und nach gleichmässig ab und ein solches Gestellfutter liess sich auch mit Masse ganz gut flicken, um so mehr, als, wie ich bereits im ersten Abschnitt dieses Buches — Abthei-

Digitized by Google

lung C. §. 46 — angeführt habe, die Chemnitzer Formmassen und Sande nichts weiter sind, als Nebenprodukte der Arkosebildungen oder Verwitterungsprodukte bereits gebildeter Arkose.

Im gebrannten Zustande wird der Sandstein fester, röther von Farbe und klingt, während er im rohen Zustande fettig, schmierig und weich ist.

§. 34. Von Interesse ist noch, was R. Mallet aus seinen bereits mehrfach citirten Aufsätzen on some points of Practice in Iron founding mittheilt, wenn er von den Regeln des Ausfütterns bei den Schachtöfen der Giessereien spricht. (Pract. Mechanics Journal, III. Serie, Vol. I., p. 355.)

Rechteckige, d. h. parallelepipedische Ziegel verwirft er vollständig, wenn man im Stande ist, sich dergleichen von gerundeter Form zu verschaffen. Ist man dagegen vollständig gehindert, letztere zu bekommen, so muss man Sorge tragen, die Steine so in die Futterwand zu legen, dass sie wie breitgelegte Ecksteine, doch ohne Kanten noch Enden, Reihe um Reihe ihre engsten Fugen nach der Innenseite des Futters kehren, welches überhaupt in keinem Ofen schwächer als ein Stein, oder 9—10 Zoll stark sein darf.

Gekrümmte, d. h. zugerundete Ziegel sollen eben so sorgfältig gelegt werden, die schmaleren Enden nach einwärts gerichtet und keine mit feuerfestem Thon ausgestrichene Fuge soll mehr als $^1/_4$ Zoll Dicke haben.

In der That befasst sich der beste Ofenmaurer nicht mit Thonbrei zum Aufmauern der Steinschichten, sondern er taucht jeden Stein, wenn er ihn in trocknem Zustande in die ihm zukommende Stelle eingepasst hat, in ein Gefäss voll eingeschlämmter Thonmilch und reibt dann an Ort und Stelle den Stein auf seine Unterlage fest auf und an, so dass ihm höchstens beim Schlusse einer Lage oder Schicht übrig bleibt, mittelst Brocken von Steinen und derselben Thonschlämpe, den etwa vorhandenen Intervall zu füllen; man verkleinert denselben übrigens so gut es geht, durch vorsichtiges trocknes Einpassen der ganzen Reihe.

Oefen, welche in dieser Weise ausgemauert wor-

Digitized by Google

den sind, sagt Mallet, stehen weit länger und lassen sich mit weniger Arbeit täglich repariren — zeigen auch weit glattere Innenflächen als andere, die man in der gewöhnlichsten Weise durch „Einbetten" der feuerfesten Steine in dicke Thonschichten, ähnlich wie ein ordinärer Maurergesell eine Ziegelwand in Kalk aufpackt, ausfüttert.

In den letzten Jahren und vielleicht noch jetzt hatte man in den Midlands Distrikten angefangen, Kreis-Segmente von ringförmig geformten Blöcken verschiedenster Grösse zum Füttern der Cupol- und anderer ringförmiger Oefen zu machen; jeder solcher Block erhielt 12 Zoll Höhe, 7—8 Zoll Horizontalstärke in radialer Richtung und macht ca. $^1/_4$—$^1/_6$ des gesammten Kreises. Solche Blöcke, sorgfältig an den zusammenstossenden Enden mit feinem Thon gefugt, haben nicht nöthig festgeklebt zu werden, sondern können einfach mit trocknem Kieselsand umgeben werden. Sie dauern viel länger als selbst gebogene Ziegel von gewöhnlicher Grösse, verlangen weniger Tagesreparatur, sind aber etwas theuer in den Gestehungskosten und vertragen keinen Weitertransport auf Wagen, ohne Bruch zu geben.

§. 35. Mallet giebt in der Fortsetzung seiner Betrachtungen noch einige Winke über die Anlage besonderer Düsensteine, welche mit dem stimmen, was ich bereits weiter oben nach eigenen Erfahrungen mitgetheilt hatte. Dieselben sollen an beiden Enden leicht gebogene Flächen haben, um sich dem Futter besser einfügen zu lassen und mit einer hinreichend grossen konischen Oeffnung versehen sein, dass man sie als Düse gebrauchen kann.

Der Mehraufwand bei der Zeit der Anfertigung wird vollkommen aufgewogen durch die grössere Haltbarkeit und durch die Genauigkeit, mit welcher sich ein solcher Stein den übrigen Reihen von Ziegeln anschliessen lässt, anstatt dass eine unregelmässige Formöffnung den Zusammenhang der nächsten Fugen stört und stellenweise aufhebt. Solche Blöcke mit Formöffnungen lassen sich auf jeder Ziegelei leicht her-

Digitized by Google

stellen, müssen aber wenigstens die 3- bis 4fache Stärke der gewöhnlichen Ziegel haben und sich mit denselben ganz genau und scharf einbauen lassen.

Welche nun auch die Natur der Futtersteine oder Blöcke sein mag, fährt Mallet fort und es ist dieses ein sehr wichtiges Moment der Dauerhaftigkeit von Ofenfuttern, so muss der zum Ausfugen verwandte feuerfeste Thon, wenn irgend möglich, mit demjenigen identisch sein, der zur Fabrikation der Steine selbst gedient hat.

Wenn man nämlich diese Vorsichtsmaassregel befolgt, so kann man annehmen, dass der als dauerhaft bekannte Stein durch den in höchster Hitze eintretenden Einfluss des Fugenmaterials sich nicht wesentlich in seiner Feuerbeständigkeit alteriren lassen wird; es kann dieses aber sehr leicht der Fall sein, sobald man jeden beliebigen anderen Thon zum Mauern nimmt.

Auch muss der feingeschlämmte Thon zu dem besprochenen Zweck möglichst unter Dach und auf einem gepflasterten oder mit Platten belegten Platz aufbewahrt und vor jedem nachtheiligen Einfluss geschützt werden.

Die geringsten Spuren von Kalk, Alkalien, eisernen Bohrspänen und noch Dutzende solcher Kleinigkeiten vermögen die Umschmelzbarkeit eines Thons vollständig zu verändern, resp. zu verderben.

Aus ähnlichen Gründen ist ein Verfahren zu missbilligen, welches in mancher Giesserei befolgt wird. Man mahlt in der Thonmühle die nicht einmal etwas ausgesuchten Bruchstücke und Chamottemassen, die bei dem Ausbrechen alter Cupolofenschächte gewonnen worden sind und mischt diesen groben Sand mit frischem feuerfesten Thon, um einen Mörtel zu feuerfester Mauerung zu gewinnen. Mallet hält diese scheinbare Oekonomie für eine Verschwendung an Löhnen und Material, da man nicht allein ein schlechtes, sondern auch anderem Material gefährliches Produkt in dieser Weise darstellt.

Digitized by Google

§. 36. Neben den gewöhnlichen feuerfesten Ziegeln, die man zum Ausmauern der Cupolöfen braucht, verwendet man wohl auch hier und da noch die **Masse** der Hochofengestelle als Zustellungsmaterial und verweise ich auf Fig. 3 und 4 der Taf. IV., wo ein Cupolofen von der Saynerhütte dargestellt ist.

Der untere Theil des Schachtes *a* besteht aus **Masse**, in welche die Formsteine *b* eingebettet liegen; auch der oberste sich allmälig erweiternde Theil des Schachtes *c* ist mit feuerfester Masse ausgefüttert und erst im cylindrischen Gichtaufsatz befindet sich ein Futter von feuerfesten Steinen *d*.

Diese Masse wird in der Regel so hergestellt, dass man bereits gebrauchte feuerfeste Substanzen, z. B. alte durchgebrannte Massen, Scherben feuerfester Ziegel u. a. m. in erbsengrosse Körner gepocht, mit einer geringen Menge frischen feuerfesten Thons zu einem schwach backenden feuchten Gemisch zusammenrührt, das einer starken Compression durch Druck oder Schläge bedarf, um compakte Massen zu geben.

Da eine gleichförmige Textur auch hier Bedingung der grösseren Haltbarkeit und Festigkeit ist, so begnügt man sich nicht damit, die fertige Masse beim Aufstampfen der Schachtwände zu sieben, sondern man siebt die einzelnen Gemengtheile, namentlich die roh gepochten Ziegelstücke und die etwaigen Beimischungen groben Sandes — nach ihrer verschiedenen passenden Korngrösse aus und sorgt dann unter Zusatz von Thonwasser oder Thonmilch, die man auch durch frische Formmasse ersetzen kann, für das erforderliche Bindemittel; die so bereitete Masse wird auf Haufen geschlagen und öfters umgestochen, bis sie eine vollständige Gleichförmigkeit der Farbe und des Korns erhalten hat. Vor dem unmittelbaren Gebrauch bespritzt man sie mit Wasser, oder befeuchtet sie, wenn eine Dampfleitung in der Nähe ist, durch Aufblasen eines Dampfstrahls; dass letztere Mittel ist von Mallet für das Aufbereiten und Anfeuchten fetter Formmassefn überhaupt anempfohlen und wirkt besser als das Aufspritzen von Wasser, welches leicht ungleiche Feuch-

Digitized by Google

tigkeit, an manchen Stellen sogar förmliche Nässe erzeugen kann.

Im Allgemeinen ist die Zubereitung der Gestellmasse bei Cupolöfen ähnlich wie die der Formmasse überhaupt, nur wird sie weit sorgfältiger ausgeführt.

Was nun das Aufstampfen anbetrifft, so bedient man sich als Modell für den inneren hohlen Raum eines Holzmodells, das man passend theilt, um es nachher ohne Läsion des gestampften frischen Futters entfernen zu können. Bei dem auf Taf. IV., Fig. 3 u. 4 abgebildeten Sayner Ofen ist das Schachtmodell ein Cylinder mit konischem Aufsatz, beide ausserdem der Länge nach zweimal getheilt, so dass zuerst ein Mittelstück herausgezogen wird, dem dann die beiden noch übrigen Segmente folgen.

Das Modell des Vorherds nach der Arbeitsthür zu wird durch ein rectanguläres Stück dargestellt, das sich genau mit Zapfen und Stiften an den cylindrischen Rumpf anschliesst und später zur Arbeitsthür herausgezogen werden kann.

Die Formsteine setzt man hierbei gleich an Ort und Stelle ein, während bei Hochöfen bekanntermaassen hölzerne Modelle der Formöffnungen an das Schachtmodell angelegt werden.

§. 37. Wenn, wie in den vorstehenden §§. 29 bis 36 erläutert worden ist, das Schachtfutter der Cupolöfen und das Gestell derselben vollendet worden ist, schreitet man zur Anfertigung des Herdes oder Bodens des Ofens.

Derselbe wird von der Arbeitsthür aus nach der Peripherie ansteigend aus Sand oder Chamotte (Sand aus feuerfestem Stein) auf der Bodenplatte des Ofens aufgedämmt und muss alle Tage vor Beginn der Schicht, zum Theil wenigstens erneuert werden.

Da derselbe unter dem fortwährenden Druck der im Gestell angesammelten Eisenmasse, sowie unter dem Einfluss der beim Ansammeln und Abstechen wechselnden Temperaturen steht, so ist eine längere Dauer desselben kaum zu ermöglichen, selbst wenn man zu seiner Herstellung das beste Material benutzte.

Digitized by Google

Der Sand wird nur feucht angewendet, um ein festeres Aufstampfen zu ermöglichen und trocknet sehr bald, namentlich im Verlauf der Betriebszeit eines Ofens, wo derselbe Morgens noch vollständig warm ist und nur am Wochenschluss Zeit hat, etwas mehr abzukühlen.

Hat man grobkörnigen Sand, wie z. B. der scharfe Mauersand beschaffen ist, so feuchtet man denselben nur mit etwas Thonmasse an, damit er bündig wird und benutzt ihn ohne Weiteres zur Herdanfertigung. Derselbe hat den Vorzug längerer Dauer und grösserer Haltbarkeit, da seine scharfeckigen Körner sich fester in einander fugen, ohne einer quantitativ bedeutenden Beimischung von thonigem Bindemittel zu bedürfen, das sehr häufig eine Veränderung der Feuerbeständigkeit nach sich zieht.

Die Dicke des Bodens richtet sich nach der Qualität der Sande; in Oberschlesien sind die Böden im Mittel ca. 9 Zoll stark und steigen nach der Rückwand um ca. 3 Zoll, während sie nach dem Stich um eben so viel fallen.

In Berlin sind sie durchschnittlich um 3 Zoll schwächer, eben so in Sachsen (Königin Marienhütte bei Zwickau); der auf Taf. IV., Fig. 3 und 4 abgebildete Cupolofen von Saynerhütte zeigt eine Bodenstärke von nur ca. 3 Zoll, ein Maass, welches einer ungewöhnlichen Leistungsfähigkeit des Materials entspricht.

§. 38. Den Boden der Cupolöfen anbetreffend, so giebt auch R. Mallet (a. a. O. S. 355) an, dass er selbst kein geeigneteres Material wüsste, als den gewöhnlichen lehmigen Sand oder die Masse.

Da man den Boden täglich erneut und den alten Boden vorher fast vollständig herausschafft, so ist nicht hinreichend Zeit vorhanden, um einen ernstlichen Angriff desselben durch Schmelzung zu befürchten.

Der feste Sand darf für diese Zwecke nur 5 bis 8 Proc. Kalk höchstens enthalten, sonst bäckt er so hart und durchweg an, dass er nur schwer entfernt

Digitized by Google

werden kann, wenn seine verminderte Stärke eine Reparatur nothwendig macht.

Der Boden muss nach Mallet fest auf der ganzen eisernen oder gemauerten Grundfläche des Cupolofens aufgestampft, besonders aber in möglichst engen Zusammenhang mit den ringsum befindlichen Futterwänden gebracht werden.

Das beste Instrument zu diesem Zwecke ist eine gewöhnliche gusseiserne runde Förmerkeule von grösserer Dimension mit einem hölzernen Handgriff, der für diese Arbeit etwas gekürzt werden kann.

Der Herd oder Boden soll etwas, ungefähr $1^1/_2$ Z., von dem Umkreis nach dem Mittelpunkt ausgehöhlt sein und nach der Stichseite zu einen leichten Fall zeigen, der indessen 2—3 Zoll auf den Gesammtdurchmesser des Ofens gerechnet, nicht zu übersteigen braucht.

Schliesslich macht Mallet auf die Wirkung der anhaltenden hohen Temperatur unter dem gleichzeitigen Druck des flüssigen Eisens aufmerksam und hebt namentlich den Contrast hervor, der zwischen der Erscheinung des braungefärbten Sandes im frischen Boden und dem Aussehen des gebrauchten Sandes besteht. Nach wenigen Stunden bereits findet man einen fast reinen weissen Sand oder Sandstein vor, namentlich wenn der Boden 8—9 Zoll stark war und gleichmässig benutzt wurde.

Ein senkrechter Durchschnitt zeigt zu oberst eine dünne Kruste von dunkelgrüner und brauner glasähnlicher Schlacke, in der sich Tropfen von Gusseisen eingebettet zeigen.

Unter dieser Decke ist ein Sandstein von Schleifsteinhärte und am Stahl Funken gebend. Derselbe geht nach und nach in einen weniger und weniger harten Sandstein über, der endlich am Boden selbst sich in nicht zusammenhängenden Sand verwandelt, von fast weiser Farbe; bei nicht genügender Schmelztemperatur findet man wohl noch Reste des braunen lehmigen Sandes in der Bodenplatte.

§. 39. Als Beschluss der Betrachtungen über die

Digitized by Google

innere Ausfütterung der Cupolöfen mag hier noch der Angabe von Guettier Erwähnung geschehen.

Er füttert die Oefen vollständig mit feuerfester Masse aus und macht dabei zunächst den Boden in seiner vollständigen Stärke fertig, dann setzt er ein cylindrisches Modell von der Weite der Gicht auf und beginnt nun um dasselbe herum einen Mantel von demselben Sand aufzustampfen, aus dem er den Boden gemacht hat.

Wenn das Modell fast ganz umdämmt ist, wird es gelockert und mittelst eines Ringes, der an der Oberseite befestigt ist, um ein grosses Stück herausgezogen; dann siebt man neuen Sand auf und stampft ihn wieder mit derselben Sorgfalt fest, die man vorher angewendet hatte. In dieser Weise fährt man bis zur Gicht fort, welche mit einer eisernen Platte garnirt wird, um beim Aufgehen des Eisens und Brennmaterials nicht zu sehr lädirt zu werden. An den betreffenden Stellen schiebt man konische Modelle der Formöffnungen durch Löcher im Mantel an das Hauptmodell an und zieht sie nach dem Fertigwerden des ganzen Futters wieder los.

Ist der Ofenschacht weit, so giebt man, um die Ausgabe an Sand wie an Löhnen zu vermindern, eine Lage von alten Ziegeln zwischen den Eisenmantel und das Massefutter, welche dann auch das ungleiche Abziehen des letzteren verhindert.

Ist der ganze Schacht ausschliesslich von Masse, so ist es aus dem letzteren Grund gerathen, eine Reihe von Trockencanälen längs des Eisenmantels herzustellen, indem man mehrere konische Stäbe von Holz mit einformt, dass sie sich bequem von der Gicht aus herausziehen lassen. Dadurch vermindert man nach Belieben die Berührungspunkte des feuerfesten Sandfutters mit dem Eisenmantel des Ofens und also auch die Neigung abzuspringen.

Trotz dieser Vorsichtsmassregeln ist es aber nicht möglich, durch die von Guettier beschriebene Methode dauerhafte Futter zu erzielen, wenn man nicht anstatt des ruckweise emporgezogenen Modells, dessen jedesmalige Lockerung eine Veranlassung zum Ab-

Digitized by Google

blättern der Masse bildet, ein ganzes Modell mit Keilstücken anwendet. Auch kann man unmöglich den täglich herzustellenden Boden aus demselben Material machen, wie die Wände des Eisenkastens und des Gestells, denn die Rolle, welche Beide spielen müssen, sind durchaus verschieden.

Der auf Taf. III., Fig. 16 u. 17 dargestellte ältere Cupolofen der Berliner Eisengiesserei besitzt einen Masseschacht, ist aber aus mehreren sorgfältig ausgefütterten Stücken zusammengesetzt. Der Fig. 10 derselben Tafel abgebildete Ofen hat dagegen nur ein Massegestell, während der Schacht selbst aus Ziegeln aufgemauert ist.

Von dem Profil des Ofenschachts. Successive Wandlungen des Profils. Urform. Einfache Profile. Complicirte Profile. Ausgebrauchte und eingeschnürte Profile.

§. 40. Um eine Uebersicht über die verschiedenen in der Praxis vorkommenden Modifikationen der Cupolöfen zu gewinnen, ist es vortheilhaft, gleich an dieser Stelle, ohne vor der Hand auf den Betrieb selbst einzugehen, die Form des Cupolofenschaftes — d. h. seine Profilirung in Betracht zu ziehen und die verschiedenen Oefen nach der sich hierbei ergebenden Classifikation zu sondern und zu gruppiren.

Die Form des Cupolofenschachtes ist nicht nur in seinen absoluten, sondern auch in seinen relativen Verhältnissen sehr variabel und ist seit dem Erblühen des Giessereibetriebes von den einfachsten zu den complicirtesten Formen übergegangen.

Regeln für die Construktion des Ofenprofils giebt es nicht; man findet noch heute Praktiker im Besitz guter Resultate, die aber nicht im Stande sind, dieselben durch Beziehungen auf ihre Apparate, resp. deren Construktion zu begründen, sondern theils zufällig, theils durch Nachahmung auf eine bestimmte Form geleitet worden sind, die sie nun beibehalten. Es finden sich wohl Ausnahmen, doch nur selten und

Digitized by Google

die anhangsweise Behandlung des Giessereibetriebes sowohl in den Lehrbüchern als auch im Leben selbst, trägt hieran einen wesentlichen Theil aller Schuld.

Die Urform des Ofenschachts war jedenfalls cylindrisch, wie Fig. 2, Taf. III. symbolisch andeutet. Sie wird auch jetzt noch in solchen Verhältnissen cylindrisch gemacht, wo ein solcher Ueberschuss von Hitze vorhanden ist, dass es unnöthig erscheint, dieselbe durch Veränderung des Profils an einer oder mehreren Stellen besonders zu concentriren.

Eine Erweiterung des Betriebes ergab das Bedüfniss einer grösseren Gicht, und es entstand das in Fig. 3, Taf. III. ideal abgebildete Profil, das dem Gestell eines Hochofens ähnlich sieht. Eine leichte Zusammenziehung des Bodens concentrirt die Hitze mehr nach unten, als bei dem cylinderförmigen Schacht.

Die etwaigen Nachtheile dieses Profils: Abnahme der Hitze im Obertheile, mangelhafte Vorbereitung der Schmelzmaterialien, leichtes Versetzen der kalt heruntergelangenden Schmelzmassen, Zusammenbacken und Kaltblasen, ausserdem Kleinheit des Gestells, gaben nach einander Veranlassung, das Profil Fig. 4, Taf. III. zu versuchen, ehe man zu complicirteren Formen schritt.

Indessen hat auch dieses in der That noch vorkommende Profil seine grossen Nachtheile: Die Oberhitze ist vor Allem vorherrschend und das Gestell der Abkühlung sehr ausgesetzt. Ansätze unterhalb der Formen und am Boden, so wie an dem Stich, bilden sich rasch und leicht, werden beim Entleeren des Ofens kalt geblasen, theilweise auch gefrischt, so dass sie an Werth verlieren, nachdem sie den Betrieb gestört haben.

§. 41. Wie leicht einzusehen ist, waren alle diese primitiven Profile in ihrer geometrisch einfachen Form **zu starr** für den **stetig veränderten** Schmelzgang eines Cupolofens und passten sich den Vorgängen innerhalb der einzelnen

Digitized by Google

Ofentheile zu wenig an, um praktisch sich weiter zu bewähren.

Man ging deshalb bald zu complicirteren Profilen über, indem man dabei auch häufig die unmittelbar auf den Ofen gestellte Esse mit berücksichtigte.

Indem man zunächst von der Cylinderform des Schmelzraumes und Gestells ausging, veränderte man zunächst den Oberschacht in zweierlei Weise:

Erstens, durch Zusammenziehen nach oben, wie ich im Idealprofil Fig. 5, Taf. III. angedeutet habe und wie es auch u. A. die Berliner Cupolöfen Fig. 10, 16 u. 17 derselben Tafel, dann der Spandauer Ofen Fig. 1 von Taf. IV. u. A. m. zeigen.

Unter den älteren Cupolöfen ist diese Form am Meisten vertreten und für strengflüssige dunkelgraue Roheisensorten, auch für solche, die rasch weiss werden, geeignet, weil eine rasche Schmelzung durch die gute Vorbereitung in der engern Gicht und ein nachhaltiges Erwärmen durch die Breite der Schmelzzone, die unter bestimmten Umständen die Entfaltung hoher Temperaturen gestattet, bewirkt wird.

Zum Ansammeln von flüssigem Gussmaterial ist dagegen diese Schachtform weniger geeignet, weil eine grössere Weite als 2—2½ Fuss bereits einen grösseren Wärmeverlust nach sich zieht und zum Versetzen des Stichs und zu Bodenansätzen Veranlassung giebt. Eine energische Windführung z. B. mit vielen in die Mittelzone gelegten Formen und Düsen, sowie ein gleichmässiges Abstechen in nicht zu kleinen Quantitäten geben bei diesem Ofen die besten Resultate.

Zweitens, durch Erweitern nach oben, wie es die Fig. 6, Taf. III., noch besser aber der Gleiwitzer Ofen Fig. 1 derselben Tafel andeutet. In neuerer Zeit ist dieser Ofen vorzugsweise für groben Currentguss und Rohre angewendet worden und giebt ganz gute Resultate.

Dieses Profil zeichnet sich in seiner praktischen Anwendung vor Allem durch rasches Niedergehen der Gichten aus, ohne diese durch Oberhitze mit zu ver-

Digitized by Google

anlassen; also ist ein scharfer Wind und aufmerksame Bedienung Hauptsache, weil es auf rasches Schmelzen ankommt, wenn nicht, in Folge des raschen Herunterkommens schlecht vorgewärmter Eisenstücke, Versetzungen eintreten sollen. Zum Ansammeln ist dieser Ofen weniger geeignet, weil man alsdann mehrere Formen übereinander bringen muss, von denen event. die unteren ausser Betrieb gesetzt werden müssen, sobald das Eisen steigt.

Da sich unter dem Einflusse des energisch geführten Windes das Eisen leicht verändert, so giebt der Ofen besonders mit weichem grauen Eisen auch ökonomisch gute Resultate; wenn man dagegen keine grossen Anforderungen an den Guss macht, kann man auch härteres, ungleicheres Material nehmen.

§. 42. Die Kegelformen Fig. 3 und 4, Taf. III. geben, sobald man sie combinirt, eine neue Reihe von Ofenprofilen, und es kann diese Combination in zweierlei Art stattfinden:

Erstens, indem man nach Art der Hochöfen die beiden Formen mit der grösseren Basis an einander stösst **und einen Kohlensack bildet.**

Diese Form, welche keine Vortheile gewährt, indem die Erweiterung der Verbrennungszone durch das langsamere Niedersinken der Gicht zum Theil paralysirt wird, ist wohl ursprünglich von den Hochöfen auf die Holzkohlencupolöfen übertragen worden und kommt jetzt nur noch bei diesen Letzteren in verschwindend kleiner Menge vor.

So finden sich z. B. auf Taf. III. des III. Bandes der Hüttenkunde von Bruno Kerl die Profile von Lerbach und Königsbrück am Harz — St. Johann a. Brückl in Kärnthen, Mariazell u. a. O. — von denen die Harzer Oefen mit Vorherden zum Schöpfen versehen sind — eine Einrichtung, welche bei Holzkohlenhochöfen wohl häufiger vorkommt, bei Cupolöfen indessen keiner allgemeinen Verbreitung fähig ist, denn nicht jedes Roheisen gestattet eine derartige Verwendung und Behandlung.

Digitized by Google

Cokescupolöfen dieser Form sind selten, weil in denselben die Wirkung des Brennstoffs in der kürzesten Zeit eintreten und sich vorzugsweise in einer bestimmten Zone concentriren soll. Kommen bei Cokescupolöfen Profilirungen in der hier besprochenen Art vor, so haben sie nur den Zweck, über einer zusammengezogenen langen Schmelzzone eine kleine Rast und einen wenig erweiterten Kohlensack zum gleichmässigen Erhitzen der bis dahin herabgesunkenen Beschickung darzubieten. In derselben Art wirkt der Maillard'sche Ofen*), besitzt aber nur eine lokale Wichtigkeit und eignet sich nur für Eisen von bestimmter Beschaffenheit; denn die weite Vorbereitungszone alterirt die Qualität des Eisens ebenso, wie sie dazu dient, dasselbe vorzuwärmen, und die gerühmte Vortrefflichkeit solcher Construktionen beruht gewöhnlich auf der Ausbeutung lokaler Vortheile in Folge besonderer Wirkungsweisen.

Zweitens, indem man die beiden Kegel so zusammenstösst, dass sie mit den Spitzen ineinander ragen oder ihre Basen von einander wegwenden. In der Fig. 8 u. 9, Taf. III. angedeuteten Abstraktion kommt diese Combination wohl nirgends vor, doch nähern sich manche unter den complicirteren Profilen derselben.

Ich habe zwei Formen dargestellt, um die Frage nach der Zweckmässigkeit dieser Combination möglichst vollständig zu erledigen; sie unterscheiden sich nur durch verschiedene Verhältnisse der Kegelhöhen gegeneinander.

§. 43. Das Profil Fig. 8 nähert sich sowohl in der Form als auch im Effekt dem Profil Fig. 4, nur sind die Nachtheile noch verstärkt, welche im Letzteren bereits wirken, d. h. das ungleichmässige Niedergehen der Gichten.

---

*) Von diesen Oefen, wie auch von den Steyermärker und Harzer Holzkohlencupolöfen ist späterhin bei der Beschreibung besonderer Einrichtungen ausführlicher die Rede.

Digitized by Google

Man ist bei einem Schmelzraum, der sich nach unten erweitert, stets gezwungen, starke Gichten zu geben, wenn zwei so verschieden schwere Materialien wie Eisen und Cokes dieselben zusammensetzen.

Die Erklärung liegt auf der Hand, die Tendenz des schweren Bestandtheils, die Schichten des leichteren zu durchbrechen, wächst mit deren abnehmender Dicke und in Folge dessen mit der Zunahme des Ofendurchmessers; sie muss also in einem nach unten sich erweiternden Kegel weit mächtiger werden, als in jedem cylindrischen oder umgekehrt kegelförmigen Profile, und dieser Umstand macht die Anwendung der hier besprochenen Schachtgestalt für Cupolöfen nicht recht geeignet.

Bei reichlichem Wind, schwacher Pressung und sehr gutem, weniger leicht zerstörbarem Brennstoff lässt sich ein guter Betrieb in einem solchen Ofen wohl denken, es ist aber zu bezweifeln, ob man die quantitative Leistung sehr steigern darf, ohne die qualitative gleichzeitig sehr zu gefährden.*)

Zu Allem dem tritt nun noch der Umstand, dass bei dem Profil Fig. 8 vorher eine geringe Verengung des Schachtes, darauf dann die Erweiterung stattfindet.

Die anfängliche Verzögerung des Niedersinkens verwandelt sich unterhalb der engeren Stelle in eine Beschleunigung derselben Bewegung, und daraus erklärt sich ein plötzliches Lockern und Nachrollen der Beschickung, welche bei der geringen Sorgfalt im Aufgeben, die gewöhnlich dem Cupolofenbetrieb zu Theil wird, leicht zum Hängen und Kippen der Gichten und zur Darstellung eines in seiner Beschaffenheit und sei-

*) Selbstverständlich vermindern sich diese Nachtheile, sobald die Kegelform des Schachtes sich mehr dem Cylinder nähert; der in Kerl's Hüttenkunde Bd. III., Taf. III. Fig. 94 abgebildete Cupolofen von Wasseralfingen ist nach unten zu etwas erweitert, um mehr Eisen aufnehmen zu können; die 8 Düsenniveaus deuten an sich schon auf die anfängliche Absicht des Construkteurs, den Ofen zum Sammeln von flüssigem Eisen zu benutzen.

Digitized by Google

ner Temperatur sehr ungleichen Schmelzprodukts führen kann.

Ist eine solche Verengung des Schachtes, wie ich sie hier vorausgesetzt habe, an einer andern Stelle angebracht, so hat es weniger zu bedeuten als hier, wo bereits ein Theil der Kohlengicht brennt, das Eisen aber noch nicht in Fluss gebracht, sondern im Stande ist, noch grosse Mengen von Wärme zu absorbiren.

§. 44. Das Profil Fig. 9, welches eine Verengung des Schachtes an der Stelle zeigt, wo die intensivste Hitze erzeugt wird und dabei durch die Erweiterung des Gestells eine Gelegenheit zum Ansammeln des Eisens bietet, ist ungleich vorzüglicher als das vorher geschilderte.

Man erkennt dieses Profil, durch cylindrische Theile nur wenig verändert, in den meisten der complicirten Profile wieder.

Die Vortheile und die Principien der Anordnung beruhen in der Zusammenziehung der Schmelzzone in der dadurch hervorgerufenen Produktion einer intensiven Hitze, möglichst nach dem Ansammlungsraum des Roheisens und schliesslich in der Herstellung eines Eisenkastens von erforderlicher Ausdehnung, um grössere Abstiche möglich zu machen. Die Temperatur der Schmelzmassen concentrirt sich bei dieser Schachtform weit mehr in der unteren Hälfte, nimmt wenigstens stetig bis zu diesem Punkte zu, wo dann die letzten Ueberbleibsel von Kohlen verbrannt und die bereits geschmolzenen Roheisenmassen überhitzt werden.

In Folge dieser Vorzüge wird diese Schachtform bei den Oefen neuerer Construktion fast ausschliesslich verwendet und findet namentlich von England aus immer weitere Verbreitung. Die Ofensysteme von Ireland, Hinton, Mackenzie, Krigar u. a. beruhen wesentlich auf dieser Verengung der Schmelzzone und zeichnen sich durch eine enorm gesteigerte Leistungsfähigkeit, sowie durch die gute Qualität ihrer Schmelzprodukte aus.

Digitized by Google

Bei der Schilderung der einzelnen Oefen komme ich nochmals auf die Unterschiede in der Wirkungsweise der Profile zurück und schliesse jetzt die allgemeinen und einleitenden Besprechungen über Cupolöfen, um eine möglichst vollständige Reihe von Beispielen verschiedenster Einrichtungen zu geben.

Hierbei beschränke ich mich nicht auf blosse Aufzählungen, sondern gestatte mir, eine Darlegung der Construktionsrücksichten und eine möglichst gründliche Kritik derselben zu geben.

Beispiele von Cupolöfen.*)

§. 45. Die Cupolöfen der Berliner königl. Eisengiesserei. (Taf. III., Fig. 10—13 u. 16—17.)

Die erste Anlage dieser Oefen rührt von Schmahel her, welcher den Schacht oben zusammenzog und einen ringförmigen Windkasten mit 16 Düsen um die Schmelzzone herumlegte. Die Oefen sind nur 2 Fuss im Gestell weit und 7 Fuss im Schacht hoch (die Bodenstärke mit eingerechnet). Sie haben durchaus gusseiserne Armaturen von konischer, resp. cylindrischer Gestalt, deren einzelne Theile vermittelst äusserer (Fig. 16) oder innerer Falze (Fig. 10) sich genau aufeinandersetzen.

Die äussere Wand des Windleitungsringes ist an

*) Diese Beispiele einzelner Oefen sind nicht streng nach einem Prinzip geordnet, denn keines der event. zu adoptirenden würde sich haben ohne Nachtheile anders durchführen lassen. Es ist weder nach der Form des Schachtes, noch den Eigenthümlichkeiten der Armatur allein vorwärts gegangen, sondern erst vorzugsweisweise die Allgemeinheit der Einrichtungen zur Richtschnur genommen worden.

Die Trennung nach der Natur des Brennmaterials, wie sie u. A. von Prof. B. Kerl in seiner Hüttenkunde adoptirt wurde, hat den Nachtheil, dass auf der einen Seite ein verschwindend kleiner Theil der vorhandenen Apparate, auf der anderen die grosse Mehrheit derselben zu einer isolirten Gruppe vereinigt wird.

Ich werde im Allgemeinen von den einfachen Schachtformen ausgehen und erst dann die complicirteren Einrichtungen beschreiben. Die Kenner des Faches werden sich leicht zurecht finden und den Anfängern gewährt das detaillirte Inhaltsverzeichniss eine deutliche Uebersicht des reichen Materials.

Digitized by Google

die Armatur angegossen; die innere mit den Düsenhälsen besteht aus 8 Segmenten, deren jedes 2 Düsen umfasst und welche in einen Falz der Armatur sich so einpassen lassen, dass ihre Innenfläche mit der des Mantels zusammenfällt.

Der obere Theil des Schachts wird mit einer eisernen Platte eingedeckt, welche das oberste Mantelstück mittelst eines starken gekehlten Randes fest einschliesst und auch den Innenrand des Schachtes schützt. Der eiserne Ring, der das Letztere bewirken soll, ist, wie in Fig. 16, angegossen oder, wie in Fig 10, lose eingelassen. Die letztere Bauart ist vorzuziehen, weil man dabei im Stande ist, die Schachtmauerung bis dicht unter die Deckplatte aufzuführen.

Das Schachtfutter ist ziemlich gleichmässig 9 Zoll stark und stösst nicht direkt an den eisernen Mantel, sondern wird durch eine leichte Isolirungsschicht davon getrennt.

Der Mantel des oberen konischen Theils (in Fig. 10) ist gleichmässig durchlöchert, um das Austrocknen des Futters beim Beginn des Betriebes zu erleichtern, ohne deshalb einen besonderen Zeitaufwand zu verursachen.

Die Form der Bodenplatte, welche durch den ca. 9 Zoll langen und 22 Zoll breiten Vorherd bestimmt ist, lässt sich aus Fig. 11 leicht erkennen; eine Fundamentdeckplatte ist nicht vorhanden, und das Fundament hat deshalb genau die Form der Bodenplatte, erstreckt sich sogar unter der Abstrichrinne des Ofens hin, die auf der Bodenplatte aufgestampft wird. Fig. 13 giebt eine ungefähre Idee von den Verschlussdeckeln der ringförmigen Windleitung, welche dazu dienen, die Formen zu reinigen und das Schmelzen selbst zu beobachten. Bei der Besprechung der Armaturtheile im Allgemeinen habe ich bereits die Einrichtung dieser Glasvisire erwähnt.

§. 46. Gleiwitzer Cupolöfen.

Die Cupolöfen der königl. Eisengiesseri zu Gleiwitz schliessen sich zum Theil denen der Berliner Eisengiesserei an.

Digitized by Google

Unter den 6 Cupolöfen dieser umfangreichen Anstalt kann man 3 verschiedene Systeme unterscheiden:

Das ältere Ofensystem mit Winderwärmungsapparat besass einen vollkommen cylindrischen Mantel, nach oben sich verengenden Schacht und mit nur zwei einander gegenüberliegenden Formen. Diese Einrichtung ist sehr einfach und für einen immerwährenden Betrieb, wie er bei der dortigen Poteriegiesserei jahrelang im Gange war, vollkommen ausreichend.

Das Sefström'sche oder Schmahel'sche System hat die einzige Abweichung gegen die im vorigen §. geschilderte Construktion der Berliner Oefen, dass sich der Schacht nach oben zu erweitert.

Zu dieser Gattung gehört unter Andern der auf Taf. III. des III. Bandes der Kerl'schen Hüttenkunde gezeichnete Ofen mit der Ueberschrift Gleiwitz. Da derselbe keine besonders empfehlenswerthen Resultate gegeben und nur zum Guss sehr grosser, besser bezahlter Gussstücke in der Lehmförmerei angewendet wurde, so liegt keine Veranlassung vor, die erwähnte Zeichnung zu reproduciren. Bemerken muss ich indess, dass der in der Kerl'schen Zeichnung angedeutete Vorherd zum Schöpfen des Eisens und zum Ansammeln desselben durchaus nicht die auf seine Wirksamkeit gesetzten Erwartungen rechtfertigte, sondern einen solchen Schaalenfall und Brucheisenansatz gab, dass man es später vorzog, das Eisen direkt in einer festgedämmten Krahnpfanne zu sammeln und sofort zu vergiessen.

Der Vorherd oder Eisenkasten, welcher zudem bei jeder In-Betriebsetzung mühsam an den Ofen angesetzt und auf das Sorgfältigste verschmiert werden musste, kam ganz ausser Gebrauch, das Giessen aus groben Krahnpfannen mit Schraubenvorgelege zum Umkippen dagegen in steigende Aufnahme.

Ein anderer Schmahel'scher Ofen in der Hütte für die Maschinengiesserei, wo meistens Abstiche zu 2—2½ Ctr. genommen werden konnten, gab ganz gute Resultate, nachdem sich die Mannschaften an die etwas anstrengendere Bedienung dieses Ofens gewöhnt

Digitized by Google

hatten und das Aufgebepersonal etwas verstärkt worden war. Bei einer bessern Disposition der ganzen Ofenanlage, die aber aus lokalen Rücksichten nicht gut ausführbar war, hätte auch eine schwächere Belegschaft dieselben Resultate erzielen können; trotzdem stieg an solchen Tagen, wo viel Eisen verlangt wurde, die Leistung per Stunde auf 80—100 Ctr.

Das neuere Ofensystem ist auf der Gleiwitzer Hütte durch den auf Taf. III., Fig. 1 gezeichneten, früher transportablen Ofen repräsentirt, welcher bereits in früheren §§ ausführlich geschildert worden ist; der cylindrische Schacht erweitert sich trichterförmig nach oben und jederseits sind 3 Formen übereinander angebracht.*)

§. 47. Sayner Cupolöfen.

Der auf Taf. IV., Fig. 1 u. 2 abgebildete Cupolofen der Saynerhütte erläutert die abgeänderte Form des Sefström'schen oder Schmahel'schen Ofens besser als die in Kerl's Hüttenkunde III., Taf. III., Fig. 95 gegebene Figur des Gleiwitzer grossen Ofens. Der untere Theil des Schachts und das Gestell sind cylindrisch, von zusammen 3 Fuss 8 Zoll Höhe; der Oberschacht erweiterte sich späterhin auf 3 Fuss, indem er eine Totalhöhe von 5 Fuss 2 Zoll erreicht. Von da an setzt sich ein cylindrisches kurzes Stück von 16 Zoll Höhe auf, so dass die ganze Ofenhöhe überhaupt $6\frac{1}{2}$ Fuss beträgt.

Die Armatur ist aus Gusseisen, wie bei den Gleiwitzer und Berliner Oefen, und der obere Theil des Mantels ebenso durchlöchert wie bei denselben, um den Schacht leichter austrocknen zu können.

Der Vorherd ist 16 Zoll breit und, ohne die Thür zu rechnen, ziemlich eben so lang; der Fundamentwürfel 15 Zoll hoch und, genau der Form der Bodenplatte folgend, cylindrisch mit einem nach vorn gekehrten rechtwinkligen Absatz. Die ringförmige

*) In den letzten Jahren hat man auch die Oefen von Krigar und Ireland bei den Neubauten der Gleiwitzer Hütte berücksichtigt.

Digitized by Google

Windleitung ist in ihrer äusseren Wandung im Ganzen gegossen, während die Innenwand in 8 Segmente zerfällt, deren jedes mit einem gegossenen Düsenhals versehen ist, welcher sich an eine thönerne Form *b* anschliesst.

Das Futter besteht sowohl für das Gestell *a* als auch für den oberen, sich erweiternden Schachttheil *c* aus Masse von feuerfester Beschaffenheit, ist 8 Zoll dick aufgestampft, sodass zwischen Mantel und Futter noch eine Isolirschicht von ca. 2 Zoll übrig bleibt. Der oberste, wieder cylindrische Theil des Schachtes *d* ist mit Ziegeln ausgefüttert, weil bei dem Aufgeben sowohl, als auch bei dem Beginn des Niedergangs der Gichten das Massefutter zu leicht alterirt werden würde. Die harten und festen Stücke Eisen und Cokes rücken im obersten Theil des Schachtes immer mehr als im nächstfolgenden rastförmigen, wo eine Auflage der Gichten an den Wänden und ein allmäliges Zusammenschieben derselben nach der Mitte zu stattfindet.

Vortheilhafter wäre es gewesen, auch den rastförmigen Obertheil mit Ziegeln zu füttern und nur die Schmelzzone und das Gestell mit einem Massefutter zu versehen.

§. 48. Zwickauer Cupolöfen.

Die älteren Cupolöfen der Königin Marienhütte bei Zwickau zeichnen sich durch sehr einfache Construktion bei grosser Leistungsfähigkeit unter ungünstigen Betriebsverhältnissen aus und verdienen deswegen als Beispiele von einfachster Lösung der hier discutirten Probleme vor allen anderen Einrichtungen der neueren Zeit besprochen zu werden.*)

Es sind bei der dortigen Giesserei 3 Cupolöfen vorhanden, von denen täglich zwei im Betrieb sind; ihre Dimensionen sind verschieden, die Construktion

*) Ich verdanke alle Materialien für die Beschreibung der Apparate auf der Königin Marienhütte der seltenen Gefälligkeit meines bewährten Freundes, des Herrn Giessereiverwalters Cramer daselbst, den alle Besucher des musterhaft geführten dortigen Werks als einen sehr unterrichteten und stets entgegenkommenden Beamten kennen gelernt haben.

Digitized by Google

indess eine annähernd gleiche; sämmtliche Schächte sind vollkommen cylindrisch.

Der grösste derselben, zur Herstellung schwerer Stücke bestimmt, hat $4^1/_2$ Fuss Weite bei 10 Fuss Höhe.*) In einem Abstand von 2 Fuss 10 Zoll über dem Boden liegen drei 5 Zoll weite Düsen, an den beiden Seiten und der Rückwand des Ofens einmündend.

Das Fundament ist bei diesem Ofen 3 Fuss hoch und von entsprechender Grösse, ca. 7 Fuss im Durchmesser, an der Vorderseite mit einem besonders vorspringenden Pfeiler zur Unterstützung der Ablaufrinne versehen.

Das Futter besteht aus feuerfesten Eisenberger Ziegeln und ist mit Einschluss der Isolirschicht unter dem Mantel 10 Zoll stark. Der Boden und das Thürfutter werden aus Masse geschlagen und sind nur schwach, weil eben die dem dortigen Werk zur Verfügung stehende Eisenberger Masse von ganz vorzüglicher Beschaffenheit ist.

Das Gestell wird alle 4 Wochen frisch ausgemauert, der ganze Ofen alle 5—6 Monate, während in anderen Giessereien, trotz der sorgfältigsten Herstellung, das Gestell alle 8—14 Tage erneuert und der Ofen alle 8—10 Wochen frisch ausgemauert werden muss.

Die Gicht ist 5 Fuss weit, so dass der Schacht in seiner obersten Zone eine leichte, bei der Grösse des Raumes fast unmerkliche Erweiterung von 6 Zoll erfährt. Auf die Gicht baut sich direkt die 5 Fuss weite Esse auf, in deren unterster Zone die Aufgabeöffnung, 2 Fuss 8 Zoll hoch, angebracht ist. Eine

*) Alle Maasse bei den Apparaten der Königin Marienhütte sind natürlich in sächsischen Fussen und Zollen ausgedrückt; eine Reduktion auf rheinländische Fusse und Zolle oder Meter ist leicht mittelst der Tabellen und den Handbüchern der Ingenieurwissenschaften auszuführen.

Für die in diesem Buche vorkommenden Maasse habe ich eine eigene Reduktionstafel zusammengestellt, welche sich unter den Beilagen des II. Bandes befindet.

Digitized by Google

geräumige Aufgebebühne in passender Höhe erleichtert den Zugang zur Gicht und gestattet den Bedienungsmannschaften jede freie Bewegung. Die Windleitung ist ringförmig um den ganzen Ofen gelegt und jede Form hat einen besonderen Düsenapparat mit Visir und Arbeitsöffnung und ist vollkommen geschlossen, sodass kein Windverlust stattfinden kann.

§. 49. Der kleinere Ofen, Nr. 2, für den gewöhnlichen mittelgrossen Guss bestimmt, hat nachstehende Dimensionen und Verhältnisse. Das Fundament hat 3 Fuss Höhe und ca. 5 Fuss Durchmesser; es wird durch die ringförmige Bodenplatte des Ofens bedeckt und hat keine besondere Deckplatte. Bei einer vollkommen cylindrischen Gestalt hat der Schacht 10 Fuss 10 Zoll Höhe, einschliesslich des Bodens oder Herdes; 2 Fuss 10 Zoll lichte Weite, und zwar von den Seiten einmündende Düsen von 5 Zoll Weite, die 2 Fuss 1 Zoll über der Bodenoberfläche liegen. Die Armatur des Ofens ist sehr einfach. Ein blecherner Mantel umschliesst ein 9 Zoll starkes, aus feuerfesten Eisenberger Steinen gefertigtes Futter und stösst an einen auf 4 gusseisernen Tragesäulen ruhenden Essenkranz. Die hierauf errichtete Esse erweitert sich nicht weit von der Gicht auf 3 Fuss und enthält die Aufgebeöffnung, welche ebenso wie die des grössten Ofens von einer 6—7 Fuss hohen Aufgebebühne aus zugänglich ist. Der Vorherd ist 18 Zoll hoch und 9 Zoll weit vorspringend; die Ausräumethür ist lokaler Verhältnisse halber auf der Stichseite, ein Verhältniss, das auch bei der Anlage des grossen Ofens maassgebend auftritt.

Der Ofen Nr. 3, für dünne, schwache Ofenplatten, Poterie u. s. w. bestimmt, ist etwas kleiner als der Ofen Nr. 2, weicht aber in Form und Verhältnissen nur wenig davon ab.

Der Schacht ist ebenfalls vollkommen cylindrisch, 8 Fuss hoch und 2 Fuss 2 Zoll weit; die Formmittel befinden sich 2 Fuss über dem Boden und die Windzuführung erfolgt mittelst 3 Düsen von 3 Zoll lichter Weite.

Digitized by Google

Die Gicht ist bei diesem Ofen über der Aufgebethür zugewölbt und der Abzug der Flamme erfolgt durch einen seitlich nach einer andern Ofenesse führenden Canal von 3 Fuss Höhe, ohne dass eine besondere Unregelmässigkeit im Gang des Schmelzens besonders hervorgetreten wäre.

Alle die Oefen der Königin Marienhütte zeichnen sich durch grössere Geräumigkeit des Schmelzraumes im Verhältniss zu ihrer quantitativen Leistung aus; der Grund hiervon liegt in der Lockerheit des disponiblen Brennmaterials, welches früher ausschliesslich aus Cokes von Zwickauer Kohlen bestand.

Wo in Folge dessen die Kohlengicht einen grösseren Raum einnimmt als eine, welche aus schwererem Brennstoff besteht, so mussten die Schmelzräume der Cupolöfen verhältnissmässig erweitert werden, wenn das zu einem schwunghaften Betrieb erforderliche Eisen in der nöthigen Zeit durchgesetzt werden soll.

Der nicht unbedeutende Aschengehalt der dortigen Kohlen, welcher, trotz der höchst intelligenten und energischen Leitung der Vercokungsanlege, nicht vollständig entfernt werden kann, verstärkt das geschilderte Missverhältniss des Volumes zum Gewicht noch mehr.

§. 50. Ausser diesen 3 Cupolöfen der eigentlichen Giesserei besitzt die Königin Marienhütte noch mehrere Cupolöfen grössten Maassstabes, von denen zwei zum regelmässigen Betrieb der ersten Bessemerhütte dienen, der dritte zur Aushülfe bei dem Guss der Chabottestücke für den grossen Dampfhammer derselben Werkstätte, provisorisch in einem Seitenraume der Hütte errichtet worden war.

Die Einrichtung der beiden erstgenannten Oefen erhellt aus den Zeichnungen der Taf. IV., wo Fig. 3 den Längsdurchschnitt durch den Ofen und Fig. 4 den halben Grundriss von der Abstichseite vorstellt.

Der Ofenschacht ist vollkommen cylindrisch und 5 Fuss weit, ein Raumverhältniss, das sich ununterbrochen bis zum obersten Ende der Esse erstreckt. Ein Unterschied zwischen Ofen und Esse besteht nur

Digitized by Google

in der Stärke und Armatur des Futters. Die Armatur, gleichmässig von Blech für die Esse, ist von Gusseisen für den Ofen und aus zwei Reihen von je 8 Cylinderflächensegmenten zusammengeschraubt. Das Fundament ist achteckig gemauert, ringsum mit einem aus Eisenplatten zusammengesetzten Mantel umgeben und mit einer überragenden ringförmigen Deckplatte gedeckt. Auf diese ist der untere Ofencylinder stumpf aufgesetzt; in dem letzteren befinden sich 2 Reihen Düsen von 6 Zoll Weite, welche so disponirt sind, dass an 4 Seiten des Ofens je 2 dergleichen übereinander liegen. Dieselben sind ca. 30 Zoll und 48 Zoll von dem Boden des Ofens entfernt und mit eisernen Kühlungsplatten umgeben, in welchen mittelst eingegossener Röhrentouren ein Wasserstrom circulirt. Diese Einrichtung, welche auch bei den Hochöfen der Königin Marienhütte vortheilhaft angewendet worden ist, hat sich ausgezeichnet bewährt und schützt die Schmelzzone im Allgemeinen, speciell aber die Formen vor dem Ausbrennen und Ausschmelzen. Dieselben waren früher 18 Zoll und 24 Zoll gross, sind aber jetzt 24 Zoll und 27 Zoll breit und hoch gemacht worden, weil man den bemerkten guten Einfluss verstärken wollte. Die Haltbarkeit des Schacht- und Gestellfutters ist nunmehr so gesteigert, dass, anstatt nach 4 Wochen, nach 3 Monaten erst eine Reparaturbedürftigkeit eintritt und dass nach erfolgtem Auskratzen des Schachtes derselbe sich im Obertheil weit mehr ausgefressen und erweitert zeigt, als in der eigentlichen Schmelzzone, wo doch die grösste Hitze während des Betriebes herrscht.

Die Aufgebethür befindet sich 14 Fuss 6 Zoll über dem Boden und ist 30 Zoll hoch und eben so breit; darunter ist die Abstichthür, während die Oeffnung zum Auskratzen des Ofens auf der Rückseite, d. h. den beiden ebengenannten Arbeitsthüren gerade entgegengesetzt liegt. Das Futter ist im Ofen 18 Zoll stark, incl. Isolirungsschicht, innerhalb der Esse ist es dagegen 12 Zoll stark gehalten.

§. 51. Von besonderem Interesse ist an die-

Digitized by Google

sem grossen Cupolofen noch die Anlage der Windleitung.

Dieselbe kommt aus dem an die Schmelzhütte anstossenden Maschinenraum und ist mit einem Windschieber, d. h. einer grossen Klappe an jedem Ofen, versehen. Gleich dahinter führt die Leitung in die Höhe und zu einem ringförmigen Rohre, welches über der oberen Düse um den ganzen Ofen herumgeht. Von diesem Rohr zweigen sich in der Nähe der Formen vier Leitungsrohre, senkrecht herabführend, ab, von welchen jedes in der Höhe der Formen zwei kurze Knierohre trägt, die den Wind in die Formen gelangen lassen. Die Art, wie diese knieförmigen Düsen construirt sind, erhellt aus der, Fig. 5 der Tafel IV., gegebenen Skizze, und man ersieht daraus leicht, dass, sobald die Düse von der Form weggedreht wird, sich auch der Wind von selbst absperrt. Eine Oeffnung in der Wandung der Windleitung correspondirt mit der lichten Oeffnung der Düse, wenn diese ihrerseits die Ofenform deckt. Sobald diese Deckung aufhört und die Düse in der Richtung des Pfeils weggezogen wird, verschliesst sich die Oeffnung der Windleitung durch den anliegenden Bügel, mittelst welchen die Düse überhaupt an die Windleitung, drehbar, angeschlossen ist.

Die 4 senkrecht herabführenden Windleitungszweige ruhen auf zierlichen, an den Ofenmantel angeschraubten Consolen und tragen ihrerseits das ringförmig um den Ofen führende Rohr, das den Wind direkt aus dem Maschinenhause empfängt.

Die ganze Anlage dieses grossen Ofens ist musterhaft erdacht und gut ausgeführt; vermittelst geringer Veränderungen in der Zustellung liesse sie sich für alle abweichenden Betriebsverhältnisse vollkommen passend herstellen.

Die Zwickauer Kohlen haben leider, wie schon gesagt, die unangenehme Eigenheit, viel Raum im Verhältniss zu ihrer Leistungsfähigkeit zu beanspruchen, und daher ist die Anlage weiter und hoher Schächte

Digitized by Google

nothwendig, wenn man die quantitative Leistung nicht auf Kosten der qualitativen steigern will.*)

Wenn man diesen grossen Ofen mit dem grösseren der Gleiwitzer Oefen vergleicht, die nach dem Sefström-Schmahel'schen System erbaut sind und mit 36 Zoll Gestellweite dasselbe leisten, so bedauert man allerdings den erforderlichen Mehraufwand an Raum, Material und Arbeit, der aber bei näherer Kenntniss der bedingenden örtlichen Verhältnisse nothwendig erscheinen muss.

§. 52. Wedding's Cupolofen.

Der kleine Cupolofen von Wilh. Wedding in Berlin, mit fahrbarem Untergestell eingerichtet, reiht sich, seines cylindrischen Schachtes wegen, am Besten hier an.**)

Wie aus dem Durchschnitt der Fig. 1 der Taf. V. hervorgeht, ist der Ofen cylindrisch und besteht aus zwei Theilen, welche nahe unter der einzigen Form dicht aneinander gestossen sind.

Der obere Theil hängt durch angegossene Flanschen des Mantels auf der Rückseite mit zwei Säulen zusammen, welche auch die Aufgebebühne stützen; auf der Vorderseite ruht er auf einer Eisenbahnschiene, welche in der Hüttenwand eingelassen ist und die Thürbogenöffnung durchschneidet, in der der Ofen steht.

Die Höhe dieses Ofenobertheils beträgt 6 Fuss 6 Zoll, seine lichte Weite 1 Fuss 3 Zoll; das Futter ist $5^1/_2$ Zoll, der gegossene Mantel $^1/_2$ Zoll stark, so dass ein äusserer Durchmesser von 2 Fuss 3 Zoll sich berechnet.

Der Ofenobertheil stösst fast direkt an die auf der

---

*) In der neuesten Zeit hat sich der Giessereibetrieb auf Königin Marienhütte durch Einführung der Krigar'schen Oefen und Benutzung westphälischen Kokes geändert, wie das auch im 2. Band schon besprochen wird.

**) Ich verdanke eine genaue Zeichnung dieses seit ca. 10 Jahren erfolgreich betriebenen Apparates der ausserordentlichen Zuvorkommenheit und Liebenswürdigkeit des Herrn Fabrikbesitzers Wilhelm Wedding selbst, dem ich an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank ausspreche.

Digitized by Google

Rückseite der Hüttenwand angehängte, von dieser und einem die Köpfe der erwähnten Tragesäulen verbindenden Balken getragene Esse, welche in dem unteren, trichterartig sich erweiternden Raume ebenfalls mit feuerfestem Material ausgefüttert ist.

Die Aufgebethür, zum Ein- und Ausklinken bequem vorgerichtet, liegt im oberen Theil des Schachtes etwa 6 Fuss $4^1/_2$ Zoll über dem tiefsten Punkte des kugelförmig ausgehöhlten Bodens und etwa 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll über dem Formmittel, sodass man es hier mit einem verhältnissmässig sehr hohen Schachte zu thun hat. Die Form ist 4 Fuss hinten weit und verengt sich nach dem Ofen zu um etwa $^1/_2$ Zoll, d. h. der lichten Weite des Düsenrohres, das genau in das eiserne Formfutter eingeschoben ist und eine Windklappe trägt.

Das Düsenrohr steckt wiederum in einem, senkrecht von der Hauptwindleitung abführenden, Steigerohr, das, der Düse entgegengesetzt, eine Oeffnung zum Beobachten des Schmelzens besitzt.

Der Untertheil des Ofens ist theilweise cylindrisch, nach unten durch eine Kugelfläche begränzt und besitzt an den beiden Seiten Zapfen, um aufgehoben und gesenkt werden zu können. Auf der Vorderseite wird eine von Blech gearbeitete, mit Masse oder Sand ausgestrichene Abstichrinne angebracht, so dass der Abstichcanal in seiner Unterfläche gerade eine Tangente zur kugelförmigen Innenfläche des Ofens bildet. Der Ofen steht über einer Bahn, in deren Spuren die Räder des Untertheils bequem laufen können; um den Anschluss an das Obertheil herzustellen, werden Keile unter die Räder getrieben, nachdem mittelst Hebestangen das Untertheil angehoben und die Fugenflächen mit Lehmbrei bestrichen worden sind.

Veranlasst wurde die zweitheilige Construktion allerdings weniger der Transporterleichterung wegen (da die Hütte an sich nicht sehr gross ist), als der dadurch ermöglichten Anwendung eines engeren Schachtes, der nun leicht reparirbar ist, während ein geschlossener Ofen dieser Grösse absolut unzugänglich gewesen wäre. Ein auf 1 Fuss 3 Zoll verengter Schacht

Digitized by Google

war nothwendig, um rasch und ohne grosse Brennmaterialverschwendung (geringere Füllung) eine geringe Menge Roheisen einzuschmelzen, eine Aufgabe, welche mittelst eines grösseren Ofens nur schwer und nur mit Opfern zu lösen war.

§. 53. Spandauer Ofen.

Der kleine Cupolofen der Geschützgiesserei zu Spandau schliesst sich dem Wedding'schen Cupolofen zwar nicht der Schachtform, doch aber der äusseren Ausstattung nach am Besten an; der Schacht ist dem der älteren Berliner Oefen, wie ich sie in §. 45 beschrieben, ganz entsprechend, d. h. er verengt sich nach der Gicht zu, während er innerhalb der Schmelzzone und des Gestells vollkommen cylindrisch ist. Ich habe den Spandauer Ofen nach der von Wiebe in seinem Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer (Heft IX., Blatt 5) mitgetheilten genauen Abbildung in Fig. 4 u. 5 von Taf. V wiedergegeben.

Die Schachtfigur ist bei 6 Fuss $7^1/_2$ Zoll Totalhöhe durch die Gichtdurchmesser von 11 Zoll und den Gestelldurchmesser von 2 Fuss $5^1/_2$ Zoll gegeben. wenn man die Gestellhöhe ungefähr auf 1 Fuss 4 Zoll veranschlägt. Die Aufgabeöffnung *A* befindet sich hierbei ca. Zoll unter der Gichtmündung, so dass die wirksame Höhe des Ofens nur 5 Fuss $7^1/_2$ Zoll etwa beträgt. Wir haben es also mit einem sehr kleinen Apparat zu thun, der nicht viel zu leisten vermag, aber in einer Werkstätte, wie die mit der eigentlichen Kanonengiesserei verbundene Eisengiesserei zu Spandau, ganz gut am Platze ist, wo neben grösseren Arbeiten, die nur periodenweise vorkommen, täglich kleinere Reparaturarbeiten vorkommen, welche die Herstellung frischer Maschinenstücke durch den Guss verlangen.

Der Ofen steht unter einer Blechhaube, welche wie ein Essenmantel an einer bereits vorhandenen Esse angehängt worden ist, und ruht mit seinem Obertheil *d* fest und unbeweglich auf einem kastenartigen, vorn offenen Untersatz *k k*, in welchem, von allen Sei-

Digitized by Google

ten frei und nach vorn heraus bewegbar, der Eisenkasten *c* auf einem fahrbaren Gestell *h* mittelst der Zapfen *g* hängt.

Dieses Gestell, aus zwei ungefähr dreieckigen durchbrochenen Ständern *h h* bestehend, welche durch die Wellen *f f* verbunden sind, trägt an den Letzteren auf der Innenseite der Ständer die Rollen *d*; diese gleiten, wenn beide Ofentheile von einander gelöst worden sind, auf den Schienen *i, i,* vorwärts in den Hüttenraum, wo dann entweder der Abstich des gefüllten Untersatzes in Pfannen vertheilt oder zu einem Guss verbraucht werden kann.

Die Details der Befestigung der Rollen, Schienen u. s. f. sind aus der von Wiebe gegebenen Zeichnung sehr deutlich zu sehen und bedürfen keiner weiteren Erläuterung. Nur die Bemerkung sei gestattet, dass es keiner auf gewöhnlichen Absatzverhältnissen beruhenden Giesserei einfallen wird, einen so complicirten und eleganten Bau zur Darstellung so geringer Mengen Gussmaterials sich anzuschaffen. Der Vergleich zwischen dem Spandauer und dem Wedding'schen Ofen macht diesen Unterschied im Verhältniss der Kosten und der Leistung am Anschaulichsten.

§. 54. In der Anlage der Windführung findet sich zwischen den beiden Oefen ein weiterer Unterschied, der wiederum zu ähnlichen Bemerkungen auffordert. Die Form liegt, wie bei dem Wedding'schen Ofen, im festen Theil, so nahe als möglich der Trennungsfläche *a a* der beiden Theile, führt aber nicht in horizontaler Richtung in den Ofen hinein, sondern ist gegen den Boden gerichtet. Die Neigung, d. h. das Stechen, beträgt nach der Zeichnung (eine bestimmte Angabe ist im Erläuterungstexte nicht gemacht worden) ca. 45° und trifft die Axe des Ofens ungefähr im Niveau der Trennungsfläche, also 1 Fuss 4 Zoll über dem Boden. Dieser Punkt dürfte maassgebend für die Lage der Schmelzzone sein und giebt der letzteren auch die vollkommen normale Entwickelung. In diesem Umstand liegt die zwar nicht eingestandene, aber doch annehmbare Erklärung für das

Digitized by Google

Einstechen der Form; allerdings hätte man bei entsprechender Erhöhung des Ofens (wie z. B. bei Wedding) eine horizontale Lage der Form und eine einfachere Düsenvorrichtung verwenden können — die geringe Höhe des Ofens muss indess aus lokalen Gründen zwingend gewesen sein und damit die künstliche Verlegung der Schmelzzone, mehr nach unten hin, als die Mündung der Form es mit sich brachte. Eine Bestätigung der ausgesprochenen Vermuthung kann man auch in der knappen und nicht vortheilhaften Anlage der Aufgabeöffnung auffinden, wodurch der Ofenschacht, also die Vorwärmezone, um weitere 12 Zoll verkürzt worden ist und noch ungefähr 4¼ Fuss Länge besitzt, abgesehen davon, dass ein gleichmässiges Aufgeben durch eine so niedrige Oeffnung ohne fortwährende strenge Controle nicht zu ermöglichen ist.

Der Düsenapparat ist, wie schon gesagt, ziemlich complicirt und besteht aus einem aufrechtstehenden Rohr *G*, in welchem die Klappe *b* sich bewegt, welche den Zufluss der Gebläseluft regulirt; auf diesem Rohr sitzt das Knie *E*, welches einen Zweig des Observationsrohres *F* bildet, das sich direkt an den Ofenmantel mittelst Flanschenverbindung und Schrauben anschliesst.

Das Rohr *F* ist an seinem oberen Ende mit einem Deckel *c* verschlossen, der sich mittelst einer Handhabe leicht bei Seite schieben lässt, indem er sich um einen Bolzen dreht, der in dem dicken Flansch des Rohres *F* verschraubt ist. Der Deckel *c* ist mit einer gläsernen Scheibe versehen, durch welche man den Betrieb observiren kann, während die Beweglichkeit des Deckels es nach dem Absperren des Windes gestattet, die Form zu reinigen. Die ganze Windleitung hat durchschnittlich 7½ Zoll lichte Weite und ist dieses Verhältniss für den Umfang des Betriebes vollkommen ausreichend.

Die Abstichrinne *B* ist in gewöhnlicher Weise angelegt und bedarf keiner weiteren Erläuterung; sie ist gegossen und von aussen an dem Gestellmantel

Digitized by Google

angeschraubt, wie der Durchschnitt Fig. 5, Taf. V. vermuthen lässt.

Trotz des Stechens der Form, das anfangs ein Kaltblasen des Eisens befürchten liess, bemerkte man keine Frischeisenansätze, wohl aber eine Ersparniss des Brennmaterials, ein Umstand, den ich hier vorweg constatiren will, weil sich später Veranlassung findet, Einrichtungen zu beschreiben, welche durch vorübergehende Anwendung stechender Formen Wärmesteigerungen hervorbringen sollen.

§. 55. Holzkohlen-Cupolöfen.

Unter den Cupolöfen mit complicirteren Querschnitten stehen die Holzkohlencupolöfen in erster Reihe, die in ihrer Form den Holzkohlenhochöfen nachgebildet sind.

Wie bereits im §. 42 erwähnt worden ist, findet man in Kerl's Hüttenkunde, Taf. III. des III. Bandes die Abbildung der Cupolöfen von Königshütte bei Lauterberg (Fig. 84), Lerbacherhütte (Fig. 85, 86, 87), so wie ein älteres Schachtprofil von Lauchhammer (Fig. 90), welches keine Gültigkeit mehr besitzt.

Das Profil von St. Johann am Brückl (Fig. 91) giebt das interessante Detail eines steyermärkischen Holzkohlencupolofens von 16 Fuss Höhe und die Fig. 88 das Profilbild eines Cupolofens von Mariazell.

Es wird an der einfachen Mittheilung der sämmtlichen bekannten Dimensionen vollkommen genügen, da schwerlich eine neue Anlage sich der Holzkohle zum Feuern der Cupolöfen bedienen wird, die mitgetheilten Beispiele aber im Gegentheil Reste alter Anlagen sind, welche in Berührung mit den Verkehrswegen der Neuzeit allmälig ihre alte Form verlieren und umgeändert werden.

Die umstehende Tabelle vereinigt die Hauptdimensionen der genannten Oefen zu einer bequemen Uebersicht. Aus dieser Tabelle lässt sich indess kein Durchschnittsresultat ableiten, weil die Profile selbst in ihrer Gestaltung zu unregelmässig sind und bald geradlinige Figuren, wie 2, 4, 5, bald vollkommen gerundete Pro-

Digitized by Google

file wie 1, oder Verbindungen gerader und gebogener Linien wie 3 und 6 zeigen.

§. 56. Maillard'sche Oefen.

Eine hochofenartige Schachtfigur bietet uns noch der Maillard'sche Cupolofen, welcher auf der kaiserlichen Giesserei zu Nevers in Frankreich und der Giesserei zu St. Gervais ebendaselbst sehr gute Resultate gegeben haben soll.

Desbief theilt in dem Bulletin de la société de l'industrie minérale, T. IV., livr. 1 de 1858 (daraus B. u. H. Zeitung 1859, S. 167 u. ff.) Constructions- und Betriebsdetails dieser Oefen mit, denen ich Folgendes entnehme.

Der Ofen Fig. 1 und 2 auf Taf. VI. ruht auf massivem Mauerwerk, welches mit einer gusseisernen

Benennung.	Höhen					Total
	des Eisenkastens	und Gestells	der Rast	des Kohlensacks	des Schachtes	
1) Königshütte bei Lauterberg . . .	5′			5′	4′	
2) Lerbacherhütte	9—12″ ansteig.	2′ 6″	5″	—	8′	14′ 11′8
3) St. Johann am Brückl.	1′ 6″	2′ 3″	2′ 3″	—	12′	18′
4) Mariazell	1′ 2″	3′ 6″		2′ 3″ (cylindr.)	7′ 7″	12′6
5) Lauchhammer .	1′ 3″	1′ 2″	1′ 7″	—	8′	12′
6) Blansko	2′ 6″		2′ 6″	1′	6′ 8″	12′8

Platte bedeckt ist. Diese, die Bodenplatte des Ofens, ist zugleich an der Vorderseite des Ofens in der Art verlängert, dass sie als Abstichrinne benutzt werden kann und direkt mit Sand ausgestampft wird.

Der innere Raum des Ofens besteht aus einem cylindrischen Gestell, einer nicht sehr flachen, doch

Digitized by Google

nur kurzen Rast und einem aufrechten Kegel, der den Ofenschacht bildet.

Der eigentliche Herd, d. h. das Untergestell, der eine Höhe von bis 1,10 M. erlangt (vgl. die weiter unten mitgetheilte Dimensionstabelle) wird aus feuerfesten Steinen oder auch aus fettem Sand oder Masse dargestellt und ruht in einem gusseisernen Mantel, in dem sich die Oeffnungen für die Formen, den Stich und den Vorherd befinden. Der obere Theil des Gestelles, sowie die Rast bestehen ebenfalls aus Masse, sind indess nicht ummantelt. Es lassen sich aus diesem Grunde leicht alle Reparaturen von dieser Gegend aus bewerkstelligen, ohne den Ofen vollkommen ausser Betrieb setzen zu müssen und die geschilderte Einrichtung bietet jedenfalls analoge Vortheile, wie die

Durchmesser				Bemerkungen.
am Boden.	am Obergestell.	im Kohlensack.	an der Gicht.	
1′ 6″ fehlt	— 1′ 4″	2′ 2″ 1′ 10″	1′ 2″ 1′ 2″	spindelförmig gerund. Profil mit Vorherd
3′ 2″	3′ 8″	4′ 6″	2′ 2″	
1′ 8″	1′ 10″	4′ 8″	1″	
2′	1′ 2″ (cylindrisch)	1′ 10″	1′ 2″	mit erweitertem Untergestell
2′	2′	2′ 6″	1′ 10″	etwas gerundete Rast.

Freilegung der Gestelle an den Eisenhochöfen neueren Styls.

Der eigentliche Schacht ist vollständig aus Ziegeln aufgemauert und ruht fest in einem Eisenblechmantel, der am untern Ende eine in das Mauerwerk ragende ringförmige Grundplatte hat, welche mittelst 4 Streben

Digitized by Google

so mit dem gusseisernen Gestellmantel verbunden ist, dass jede Abhängigkeit des Schachtmauerwerks von dem Gestellfutter aufgehoben wird und das Letztere ungestört ausgewechselt werden kann.

Dieses ist der Hauptvortheil der ganzen Einrichtung, welche in dem flüchtigen Referat der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung ganz übersehen worden ist, in der That aber für den Betrieb schwerer wiegt, als die bei verschiedenem Brennstoff zweifelhaft werdenden Vortheile des eigenthümlichen Schachtprofils.

Die 4 Streben sind an ihrem oberen Ende mit Gewinden versehen und tragen je 2 Muttern, von denen die eine unter, die andere aber über der Grundplatte des Schachtmantels sitzt. Man kann den Letzteren durch Drehen der Muttern beliebig heben und senken und auf diese Weise die jeder Reparatur vorhergehende Lockerung des Zusammenhangs beider Ofentheile einleiten und dann das Ausbrechen des schadhaften Gestellfutters bewerkstelligen.

Die Gicht ist durch eine starke Ringplatte geschützt, welche gleichzeitig in constructiver Beziehung den Abschluss des Mantels und seiner oberen Verstrebung bildet.

§. 57. Wie aus der Abbildung ersichtlich, hat der Ofen Fig. 1 und 2 der Taf. V. jederseits 3 übereinanderliegende Formen, welche partiell mit Blechfuttern ausgekleidet sind und beliebig verstopft werden können, sobald das Eisen im Gestell bis zu einem gewissen Niveau gestiegen ist. Um den Einbau der Formen zu erleichtern und das unnütze Behauen der Steine zu vermeiden, macht man gleich bestimmte Formblöcke nach einem Modell und legt diese in die Masse.

Wie bei allen Schachtöfen ist die Partie in der Nähe der Formen immer am ersten der Zerstörung ausgesetzt, während der eigentliche Herd und der obere Schacht weniger angegriffen werden.

Nach wenigen Schmelzungen muss man daher zur Ausbesserung der Schmelzzone des Gestells schreiten, wenn man nicht in Folge der wachsenden Erwei-

Digitized by Google

terung eine Zunahme des Cokesverbrauchs gewärtigen will.

Nach Beendigung einer Schmelzung, wenn die Wände noch sehr heiss sind, erhebt man den oberen Schacht in der angedeuteten Weise mittelst der Schraubenmuttern an den 4 Streben, von denen bereits die Rede war, und lässt den ganzen Apparat in diesem gelockerten Zustand erkalten.

Die zerstörten Steine der Rast und des Gestells werden dann entfernt und durch neue ersetzt, eine Arbeit, welche meistens nur wenige Stunden erfordert. Ist sie beendet, so streicht man auf die Rastoberfläche recht flüssigen Mörtel, senkt den oberen Schacht wieder nieder und wärmt den Ofen von Neuem an.

Kommen kleinere Reparaturen vor, so nimmt man dieselben einige Zeit vor dem Beginn jeder Schicht vor und gebraucht dazu eine Masse von $^2/_3$ klargeklopften Ziegeln und $^1/_3$ feuerfestem Thon, ein Verhältniss also zwischen mageren und bindenden Gemengtheilen, welches dem bereits von mir erwähnten Mischungsverhältniss der feuerfesten Masse entspricht.

Der Boden des Eisenkastens ist mit aufrechtgestellten Steinen gepflastert und wird sorgfältig geglättet, um das leichte Abschmelzen zu verhüten.

Der Vorherd, aus Fig. 2 ersichtlich, ist nicht sehr gross und mit Masse zugestellt, ebenso wie auch die beiden Schlackenstiche Nr. 1 und Nr. 2 (Fig. 1 der Taf. V.). Der oberste derselben wird nur in dem Fall angewendet, wenn so viel Eisen gehalten werden soll, dass nur noch die obersten Formen im Betrieb sich befinden, die untersten dagegen zugesetzt sein müssen.

Sehr vortheilhaft ist die Anlage der Schlackenstiche auf der Rückseite des Ofens, nur wäre es angezeigt gewesen, auch die Arbeitsöffnung auf diese dem Abstich entgegengesetzte Seite zu legen, resp. den Schlackenstich Nr. 1 in der Arbeitsthür selbst, die hier freilich nicht existirt, unterzubringen. Darin liegt eine kleine Inconsequenz des Systems, welches die Schlacken ausserhalb der Hütte laufen lässt, die

Digitized by Google

Cinder und Schalen des Ofenbetriebes dagegen allabendlich in den Hüttenraum krückt, um sie erst von da wieder hinauszubefördern.

§. 58. Alle vorstehenden Angaben für den Ofen Nr. 1 sind beziehungsweise auch auf die Oefen Nr. 2 und 3 anzuwenden, deren Hauptdimensionen in Fig. 3 skizzirt sind. Sie sind nach demselben Princip erbaut, wie der in den beiden vorigen §§. geschilderte Ofen Nr. 1 und weichen in den Construktionsdetails nur ganz wenig von den in Taf. V., Fig. 1 und 2 angegebenen Verhältnissen ab.

(Vergl. die weiter unten mitgetheilte Tabelle der Abmessungen.)

Zu bemerken ist nur noch, dass bei den grösseren Oefen (Nr. 2 und 3) der obere Schlackenstich als Form zur eventuellen Aufnahme einer Düse eingerichtet ist, um den Ofen beim Anfeuern rascher in Brand zu setzen.

Ein 4ter Ofen dagegen, durch Fig. 4 der Taf. V. wiedergegeben, ist fahrbar und unterscheidet sich in dieser und anderen construktiven Beziehungen nicht unbedeutend von den erwähnten feststehenden Oefen; dagegen ist die Schachtform dieselbe oder wenigstens eine analoge. Das Futter wird aus feuerfester Masse oder aus einer Mischung von Ziegelbrocken mit feuerfestem Thon hergestellt und ist vollständig mit einem geschlossenen gusseisernen Mantel umgeben, welcher zur besseren Austrocknung des Kittes an vielen Stellen mit Löchern durchbohrt ist.

Der Mantel enthält noch die Abstichrinne angegossen und wird an seinem Unterende mittelst vier starken Lappen und vier Bolzen an das Wagenplateau geschraubt, welches auf drei Rädern steht. Zwei derselben liegen ziemlich unter dem Ofen selbst, so dass die Abstichrinne frei bleibt und das dritte ist unter einer Verlängerung des Wagenplateaus auf der dem Abstich entgegengesetzten Seite so angebracht, dass es sich leicht drehen lässt. Auf der Drehaxe desselben ist die Deichsel aufgestellt und beim Ziehen selbst lässt sich mithin dem Ofen jede Richtung geben.

Digitized by Google

Die Windleitung ist natürlich stationär und besteht aus zwei Steigerohren, zwischen welche der Ofen gefahren werden muss, und zwei glatten, oben mit dem entsprechenden Düsenknierohr versehenen Stutzen, welche in dem stopfbüchsenartigen Ende *M* der Steigerohre auf und ab geschoben werden können und zu dem Zwecke mit Handhaben *q q* versehen sind. Dadurch kann man beliebig die obere oder untere Form des Ofens bedienen; das Windzulassventil befindet sich in der Düse selbst und wird von aussen durch eine schlüsselartige Handhabe regiert.

Die Sohle des Ofens besteht aus einem einzigen Cementstein, weil sich das Aufstampfen auf der in der Schwebe befindlichen Wagenplatte nicht bewährt haben kann und ein gebrannter Stein auch leichter ist, als ein feuchter Masseboden.

§. 59. Die Abmessungen der 4 Cupolöfen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Die nachstehenden Angaben sind sehr vollständig und gestatten es, für jeden Betriebsumfang einen solchen Ofen zu construiren.

§. 60. Eine Motivirung der Maillard'schen Construktion ist in der Quelle nicht gegeben, aus der ich geschöpft; es lässt sich aber vermuthen, dass die Erzielung einer hohen Temperatur hierbei Absicht war, und dass eine Art Reaktion gegen die noch zu erwähnenden ausgebauchten Cupolöfen der französischen Giessereien in der Einrichtung eines solchen Gestellprofils liegen musste.

Den mitgetheilten Betriebsnotizen nach erfordern diese Oefen eine aufmerksame Bedienung und eine stete Rücksicht auf Form und Grösse der Beschickungsstücke, haben aber eine nicht unbedeutende Brennmaterialersparniss, wie auch einen sehr geringen Abbrand im Gefolge.

Es bedeuten hierbei

Basis von massivem Mauerwerk	Durchmesser	1
	Höhe	2
	Stärke der Deckplatte .	3

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Digitized by Google

Schacht	Durchmesser des Herdes	4
	Oberer Durchmesser der Rast	5
	Durchmesser der Gicht	6
	Höhe des Herdes	7
	„ der Rast	8
	„ des ober. Schachtes	9
Formen	Durchmesser im Ofen	10
	Aeusserer Durchmesser	11
	Innerer „ der Düse	12
	Höhe der Axen über der Sohle 1.	13
	Höhe der Axen über der Sohle 2.	14
	Höhe der Axen über der Sohle 3.	15
Blech über den Formen	Aeusserer Durchmesser	16
	Innerer „	17
	Stärke	18
Oeffnungen für die Schlacken	Aeusserer Durchmesser	19
	Innerer „ im Ofen	20
	Höhe der Axen über der Sohle Nr. 1.	21
	Höhe der Axen über der Sohle Nr. 2.	22
Stichöffnung	Höhe	23
	Breite	24
Gusseiserne Einfassung mit rundem oder 8eckig. Querschnitt	Höhe	25
	Innerer Durchmesser	26
	Stärke des Eisens	27
Länge der Steine des oberen Schachtes		28
Stärke des Gichtbleches		29
Mittlere Dicke der Sohle		30

Digitized by Google

Nr.	Buchstaben in den Figuren.	Der Ofen kann aufnehmen			
		60—100 Kil.	900—1000 Kil.	1800—2000 Kil.	2700—3000 Kil.
		Meter. Locomobiler Ofen.	Meter. Nr. 1.	Meter. Nr. 2.	Meter. Nr. 3.
1	.	.	1,370	1,640	1,800
2	BA	.	0,600	0,650	0,700
3	.	.	0,030	0,035	0,038
4	CD	0,265	0,480	0,700	0,820
5	EF	0,340	0,750	1,020	1,180
6	GH	0,150	0,450	0,550	0,650
7	MH	0,680	1,350	1,350	1,350
8	NP	0,200	0,300	0,370	0,400
9	PO	0,800	1,650	1,800	1,950
10	.	0,070	0,145	0,185	0,205
11	.	0,075	0,155	0,195	0,215
12	.	0,065	0,140	0,180	0,200
13	ab	0,205	0,250	.	.
14	ac	0,445	0,530	0,450	0,450
15	ad	.	0,800	0,800	0,800
16	tu	0,070	0,145	0,185	0,205
17	rs	0,095	0,245	0,285	0,305
18	.	0,020	0,030	0,030	0,030
19	.	0,060	0,120	0,160	0,180
20	.	0,060	0,080	0,120	0,140
21	gh	0,370	0,180	0,400	0,400
22	gi	.	9,750	0,730	0,710
23	mn	0,250	0,480	0,480	0,480
24	op	0,180	0,350	0,350	0,350
25	.	.	1,100	1,100	1,100
26	.	.	1,210	1,480	1,640
27	.	.	0,026	0,028	0,030
28	ST	.	0,230	0,23	0,230
29	.	.	0,006	0,007	0,008
30	KI	0,120	0,100	0,100	0,100

Digitized by Google

Würde man den Schacht cylindrisch gemacht haben, so entspräche die Ofengestalt ganz den neuesten Erfahrungen; indessen wäre dann eine angemessene Erhöhung desselben nöthig geworden, da die Verjüngung des Schachtes nach Oben die Hitze in demselben besser zusammenhält und eine ebenso gute Vorbereitung der Schmelzmaterialien hervorbringt, als ein vollkommen cylindrischer Schacht von etwas grösserer Höhe.

Von grösstem Einfluss indessen ist die Höhe und energische Wirkung der Schmelzone im gleichmässig verengten Gestell und dieser Umstand genügt vielleicht allein, um die nachtheiligen Einwirkungen der Rast- und Kohlensackanlage zu paralysiren, welche in unnöthiger Ausdehnung der Gichten und dadurch begünstigtem Durchrollen, Rücken und Kippen bestehen.

Die hohe Temperatur der Schmelzzone und die durch die flache Rast entstandene Verlangsamung des Niedergangs der vielleicht in Unordnung gerathenen Gichtenfolge vergrössern die Einwirkung des Brennstoffs und es mag bei gut controlirter Bedienung des Ofens möglich sein, ein gleichmässiges Schmelzprodukt zu erzielen — von seiner specifischen Qualität noch ganz abgesehen, welche von anderen Umständen abhängt.

§. 61. Aeltere französische Cupolöfen.

An den Maillard'schen Ofen schliessen sich nicht der Form nach, sondern, indem man von der Herkunft ausgeht, die älteren französischen Cupolöfen an, wie sie Guettier in seinem Traité de la fonderie, 1858, auf Taf. VII. abgebildet hat und welche den älteren deutschen Formen mit oben zusammengezogenem Schacht und verhältnissmässig weitem Gestell ähnlich sind.

Bereits Launay gab im Manuel du fondeur, 1828, eine kleine Skizze dieser Oefen, aus der ihre specifische Form deutlich ersehen werden kann. (Tome I., Pl. 1ière, Fig. 1" und 2".)

Die einzige Abweichung gegen die noch in Frankreich üblichen, durch Guettier publicirten Formen

Digitized by Google

besteht in einer leichten Einschnürung der Schmelzzone, wobei allerdings nur eine einzige, auf der Rückseite liegende Form und, allem Anschein nach, ein schwaches Gebläse mit hölzernem Kasten und aufgesetztem, als Regulator dienenden cylindrischen Lederbalgen angewendet wurden.*)

Der Ofen Launay's steht auf einem starken Fundament, dessen Ecken in Quadersteinen aufgeführt sind und welches innen mit Ziegeln gefüllt ist. Der Mantel von 6seitiger Gestalt besteht aus einzelnen Platten und ist mit horizontalen Zugankern in verschiedenen Höhen umgeben und zusammengehalten.

Die Grössenverhältnisse, wie sie Launay, S. 122 u. ff. des ersten Theils seines Manuals angiebt, sind nur kleine, den damaligen neu eingeführten Verhältnissen entsprechend.

Sie sind ca. $4^1/_2$ Pariser Fuss hoch und haben an der Vorderseite eine Abstich- und Arbeitsöffnung von 6—8 Zoll Breite und 9 Zoll Höhe, die mit einer leicht gerundeten Thür verschlossen werden kann, in der sich der Stich befindet.

„Die Engländer," sagt Launay, „haben in der „Regel höhere und grössere Oefen und versehen die„selben mit zwei Oeffnungen an dem Boden, welche „entgegengesetzt liegen und sowohl das Abstechen, „als auch das Auskratzen und Entleeren des Ofens „nach beendeter Schicht sehr erleichtern."

Daraus geht hervor, dass bereits zu jener Zeit die praktische Disposition zweier verschiedener Arbeitsöffnungen am Cupolofen in England gekannt und zur Ausführung gebracht war.

Launay bemerkt dazu noch, dass dann allerdings eine Form oder Düse auf der Rückseite des Ofens nicht liegen könne, sondern an die Seite desselben gerückt werden müsse, in welchem Fall zwei

*) Die Darlegung der Launay'schen Aeusserungen ist von Interesse, weil sie Kenntniss von den älteren oft so richtigen Ansichten über Giessereibetrieb geben und von gründlicher Discussion aller einschlägigen Verhältnisse Zeugniss geben.

Digitized by Google

Formen aber besser wirken als eine. Den damals schon aufgekommenen Gebrauch, zwei Formen übereinander anzulegen und dadurch eine stärkere Füllung des Ofens zu ermöglichen, rügt Launay als einen Missbrauch, weil die Oberfläche des flüssigen Eisens zu sehr mit dem Windstrom bestrichen und die Qualität des Metalls verändert würde.

§. 62. Das Ofenfutter wird nach Launay aus Masse um ein hölzernes Schachtmodell von 12—13 Zoll Durchmesser aufgestampft, das man senkrecht auf die Bodenplatte des Ofens stellt, wobei man die Vorsicht behauptet, auf der Seite der Form etwas mehr Masse zu geben und zu dem Zweck das Schachtmodell excentrisch zum Mantel des Ofens aufstellt. Das Aufstampfen geschieht nach und nach, indem man das nur kurze Modell allmälig herauszieht. Dadurch wird der Schacht nicht besonders glatt auf seiner Innenseite; die kleinen Unebenheiten lassen sich indessen leicht entfernen, indem man vermittelst einer zugeschärften und dabei rinnenartig gekrümmten Kelle das eigentliche Ofenprofil sorgfältig ausschneidet.

Dann stampft man einen frischen Masseboden von etwa 6 Zoll Dicke auf, und schneidet auch diesen in der nöthigen Schräge nach dem Abstich mittelst einer langen und schmalen Kelle von ziemlicher Schärfe aus. Sollte die Masse sich als nicht fest genug nach diesem Ausschneiden darstellen, so kann man die saubere Oberfläche des Schachts und des Bodens noch mit einer glatten und gerundeten Keule fest andrücken und mit dem Poliereisen ausglätten, so dass kein Fehler übrig bleibt. Der Obertheil des Schachtes wird nunmehr ganz in derselben Weise erweitert und die Formöffnung ebenso ausgeschnitten.

Die Erweiterung des Oberschachts beginnt nach Launay's Angaben 2 Zoll über der 2ten oder höher gelegenen Form und die Höhe dieses Schachttheiles beträgt 27—28 Zoll Durchschnitt — also die Hälfte der ganzen Ofenhöhe.

Von Interesse ist die Construktion der fahrbaren Cupolöfen, welche Launay dem Kaiser Napoleon I.

Digitized by Google

vorgeschlagen hatte, deren Einführung aber trotz auffällig günstiger Versuche durch den Widerstand der Artillerieofficiere hintertrieben wurde.*)

Die Zeichnung dieser Oefen zeigt ein ziemlich kräftiges und entsprechend weites Lafettengestell, welches an seiner oberen Seite anstatt der Kanone den in Zapfen hängenden 8eckigen Ofen trägt. Auf dem der Protze zugekehrten Ende der Lafette ist der Blasebalg, der Windsammelkasten, sowie ein

*) In dem dem Kaiser überreichten Originalprojekt war die Errichtung einer vollständig ausgerüsteten ambulanten Giesserei und der Beginn des Giessens als in drei Tagen ausführbar hingestellt; gleichzeitig würden auch eine gewisse Anzahl Kugeln in Guss fertig hergestellt sein, welches auch das Kaliber der Rohre sei. Innerhalb 14 Tagen sollte dann ein Kanonenrohr von grösstem Kaliber gegossen, ausgebohrt und zum Gebrauch bereit gemacht werden und an jedem folgenden Tag ein neues Rohr abgeliefert werden. (Vorausgesetzt wurde natürlich hierbei eine ausreichende Menge von Arbeitskräften, die sich bei der Armee im Felde vorübergehend wohl zur Disposition eines ambulanten Geschützgusspaiks stellen liessen.)

Das Projekt wurde auf Befehl des Kaisers der Prüfung der Artillerieofficiere unterworfen und nur für die Ausführbarkeit des Munitionsgusses der faktische Beweis anbefohlen.

Am Vorabend des designirten Tages liess Launay Sand und Masse nach dem Versuchsschauplatze fahren, um den Ofen ausfüttern zu können. Am frühen Morgen war noch nichts aufgestellt; der Ofen, die Balgen, der Formsand, Modelle und Kasten, so wie die Materialien wurden nacheinander herangefahren und um 10 Uhr war bereits der erste Kugelguss ausgeführt.

Während des zweiten Gusses kam der General Graf Gassendi, um sich von dem Verlauf des Schmelzens zu unterrichten; er erstaunte über die Fortschritte, befahl aber anstatt Cokes Holzkohlen und anstatt kleingeschlagenen Roheisens, Kugeln von grossem Kaliber zu nehmen. Auf die Entgegnung, dass davon keine Rede in dem vorgelegten Programm gewesen, wurde einfach erwidert, Launay habe jede Schwierigkeit zu überwinden. Es gelang wider Erwarten die Schmelzung zu bewerkstelligen, aber der energische Ingenieur wurde dennoch getäuscht, wenn er die Annahme des Projekts nun als gesichert ansah. Es hiess, er habe zu viel Holzkohle verbraucht und die Kugeln würden zu kostbar. Launay behauptet, dass das Projekt mit Enthusiasmus aufgenommen worden wäre, wenn es einen Artillerieofficier zum Verfasser gehabt. (a. a. O. S. 151.)

Digitized by Google

Theil des Materials und der Geräthe selbst untergebracht.

Der Ofen besteht aus 8 Eisenplatten, ist 1,40 M. hoch und 0,90 M. breit, besitzt eine Düse und einen Abstich, welcher dieselbe Lage wie sonst die Mündung der Kanone hat. Der Schacht, aus feuerfestem Sand gebildet, hat 0,45 M. Durchmesser und dieselbe Form wie die stabilen Oefen.

Beim Fahren kann der Ofen umgelegt und wie ein Geschützrohr transportirt werden, obwohl dann das Futter vor jedem Schmelzen einer sorgfältigen Revision bedarf. Die feuerfeste Masse muss in gewisser Quantität jedenfalls mitgeführt werden, da man doch nicht sicher ist, überall dergleichen anzutreffen.

In den jetzigen Zeiten, wo die Kriege ganz anders geführt werden und durch die erleichterte Communikation den im Feld stehenden Heeren jederzeit artilleristisches Material nachgesandt werden kann — hat ein solches Auskunftsmittel, wie das einer fahrenden Giessbatterie, keinen Werth mehr und kann man auch gewiss begründete Zweifel in die Brauchbarkeit und Tüchtigkeit solcher in der Eile und mit keineswegs vollkommenen Mitteln hergestellten Rohre und Geschosse setzen.

§. 63. Neue französische Cupolöfen.

Was nun die von Guettier selbst geschilderten Cupolöfen anbetrifft, so giebt er S. 177 seines Traité de la fonderie zunächst folgende allgemeine, in ihrer Fassung bemerkenswerthe Grundsätze für die Construktion der Schächte.

Die Leichtigkeit, mit welcher Roheisen schmilzt, gestatte bei der Anlage von Cupolöfen weniger genau zu verfahren als bei der Construktion der Hochöfen. Dennoch seien weniger hohe Schächte bei der ersteren ebenso wenig günstig in Bezug auf den Verbrauch an Brennstoffen als bei den letzteren, da das Roheisen alsdann nur schlecht vorbereitet vor die Formen käme. Dennoch findet in dem Verhältniss der Schachthöhe zur specifischen Schwere des Brennstoffes ein Unterschied zwischen den beiden Ofengattungen insofern

Digitized by Google

statt, als Cokesöfen stets höher wie Holzkohlenhochöfen, Cokescupolöfen dagegen stets niedriger wie Holzkohlencupolöfen angelegt werden müssen.

Guettier erklärt diese scheinbare Anomalie durch das Bestreben des Roheisens, durchzurollen und den Brennstoff bei Seite zu drücken, ein Bestreben, das natürlich mit der abnehmenden Dichtigkeit des Brennstoffs wachsen muss.

Die Verengung der untersten Schachttheile ist, den engen Gestellen der Hochöfen entsprechend, eine Ursache von Brennstoffersparniss, und muss nach Guettier stets eintreten, wenn man nur geringe Quantitäten Roheisen braucht, wenn das Gebläse wenig Wind giebt und wenn die Kohlen sehr leicht sind; man erhält dagegen weniger Abbrand, sobald man ein weiteres Gestell anwendet.

Die innere Form des Schachtes im Kohlensack erweitert sich bei den französischen Oefen auf der Seite der Formen etwas mehr als auf der Seite des mit undrer Böschung ausgeschnittenen und emporsteigenden Tümpels.

An der Stelle (s. Fig. 5, Taf. VI.), wo die Schachtwand mit dem Boden zusammentrifft, macht man stets einen ausgerundeten Absatz, um das Ablaufen des Eisens zu erleichtern und eine reinere Arbeit zu haben.

Der Mangel an Aufträgen zwingt den Fabrikanten manchmal, täglich nur geringe Quantitäten Metalls zu schmelzen; in diesem Falle reducirt man den Durchmesser des Schachtes, der späterhin leicht zu erweitern ist, im Fall man grössere Aufträge auszuführen bekommt. Um nun diese Veränderungen in der Form des Schachtes zu erleichtern, giebt man der äusseren Umwährung, dem Mantel, einen solchen Durchmesser, dass er einen ganz weiten Schacht aufzunehmen im Stande ist.

In Betreff der inneren Form der Cupolöfen kann man nach Guettier von keinen bestimmten Regeln ausgehen; sie hängt zu sehr von der Laune

Digitized by Google

der Schmelzer, dem Construktionsmaterial, der Roheisenqualität und der Beschaffenheit des Brennstoffes ab.

In Frankreich wendet man im Allgemeinen die Form in Fig. 5 auf Taf. VI. an, bei geringeren Quantitäten bedient man sich auch des Schachtprofils Fig. 6, welche durch das Ausschmelzen allerdings bald auf die Form der Fig 5 zurückgeführt wird.

Das Profil Fig. 7 wird meistens zum Schmelzen des Kupfers verwendet und nur für Metallmassen von 4—6 Centnern.

Die Höhe der Cupolöfen schwankt dabei zwischen 2 und 6 Meter; Guettier construirte selbst einen Cupolofen mit 8 doppelten Formen, welche auf einer Linie angeordnet waren. Die Höhe dieses Ofens war 5,60 Meter und seine äussere Weite 3 Meter; dabei stieg seine Haltungsfähigkeit auf 12,000 Kilo, also 240 Ctr. flüssiges Eisen.*)

§. 64. Man bildet in Frankreich die Mäntel der Cupolöfen, wie es schon Launay angegeben, aus eisernen Platten, welche zu einem Sechs- oder Achteck zusammengeschraubt sind oder mittelst Ankerstäben zusammengehalten werden.

Die Bodenplatte, welche auf einem gewöhnlichen Fundamentwürfel ruht, soll nach Guettier haltbarer sein, wenn sie durchbrochen wird; eine solche rahmenartige Construktion soll die Bewegungen der Ausdehnung durch Erwärmung weit mehr begünstigen.

Dieser Schluss ist falsch, denn nur die sichere Auflage von Rahmen macht diese haltbarer als volle Platten; diese haben, was Beweglichkeit durch calorische Einflüsse anbetrifft, noch Vorzüge vor den Rahmen, insofern diese letzteren selten ohne innere Spannungen gegossen werden können.

Eine andere Art von Armatur besteht in cylindrischen Mänteln aus zusammengenietetem Blech

*) Guettier sagt hierzu: Es ist einleuchtend, dass man die Construktionen der Cupolöfen bis zu noch grösseren Dimensionen ausdehnen kann, um enorme Metallmassen in Fluss zu bringen.

Digitized by Google

oder einem zusammenhängenden Metallgussstück bestehend; — ist der Ofen sehr gross, so nimmt man wohl auch mehrere Stücke, welche aufeinander geschraubt oder blos gesteckt werden.

Die Fig. 5 u. 6 der Taf. VI. stellen einen Cupolofen vor*), der einen aus zwei Stücken bestehenden Mantel von Gusseisen hat; ein jedes dieser Stücke ist 0,90 Meter hoch und 1 Meter weit. Die Vorderseite des Fundamentsockels ist durch eine Platte gegen die angreifende Wirkung des Feuers geschützt, wenn, nach beendeter Betriebszeit, der Ofen ausgekratzt werden soll.

Dieselbe Platte trägt eine gusseiserne Rinne, welche an die Stichöffnung des Cupolofens anstösst und in bekannter Weise benutzt wird. Dass die Abstichrinne mit einem Theil des Fundaments eins sein soll, ist keine vortheilhafte Einrichtung, weil beide Theile desselben Stücks ungleich abgenutzt und deshalb auch in ungleichen Zwischenräumen ausgewechselt werden müssen.

Die Esse des Cupolofens ist aus Ziegeln aufgemauert und direkt auf den Gichtmantel aufgesetzt, sodass sie die Gichtöffnung von allen Seiten umgiebt. In der Essenwand ist nur die mit einer gusseisernen Thür versehene Aufgebethür direkt über der Gicht ausgespart.

In den Cupolöfen von bedeutender Grösse wendet man stets mehrere Formen an und sucht aber ihre Axen so viel als möglich zu kreuzen; sehr verbreitet ist in Frankreich die Anordnung, — und alle Skitzzen 5 bis 9 der Taf. VI. zeigen sie mehrere Formen in einer Linie übereinander zu legen, um grössere Mengen Roheisen im Ofen sammeln zu können. Bei hinreichendem Windzufluss soll nach Guettier's Behaup-

*) Die Zeichnungen des Guettier'schen Werkes sind so ungenau und stimmen so wenig mit den gemachten Maassangaben überein, wenn man sich der beigegebenen Maassstäbe bedient, dass ich Abstand genommen, Maasse einzuschreiben und die Zeichnungen selbst nur als allgemeine Illustration des Textes reproducirt habe.

Digitized by Google

tung die Anlage zweier Formen übereinander immer von ökonomisch wichtigen Folgen für den Betrieb sein.

In welchen Entfernungen voneinander die Formen eines Cupolofens liegen müssen, darüber giebt Guettier keine Auskunft und behauptet auch, dass sich keine bestimmten Regeln aufstellen liessen.

Nur warnt er davor, die Formöffnungen nicht zu weit auseinander zu rücken, da sonst die obersten Windzulässe der Gicht zu nahe kämen und die untersten zu sehr abkühlend auf das im Gestell angesammelte Eisen wirken. Die Grenzen für die gegenseitige Entfernung setzt man in Frankreich auf 0,20—0,4 Meter fest und construirt hiernach z. B. für einen Cupolofen von 3 Meter Höhe und 1,60 Meter Stärke (aussen gemessen) die Entfernung

vom Boden zur ersten Form	auf	0,340	Meter
von der ersten zur zweiten Form	„	0,320	„
von der zweiten zur dritten Form	„	0,300	„
von der dritten zur vierten Form	„	0,280	„
von der vierten zur fünften Form	„	0,260	„
von der fünften zur sechsten Form	„	0,240	„

Die Totalhöhe der Formenzone beläuft sich hiernach auf 1,740 Meter, so, dass für den Obertheil des Schachtes noch 1,260 Meter von der Totalhöhe von 3,00 Meter übrig bleibt.

§. 65. Zum Ausfüttern der Cupolöfen nimmt man nach Guettier mit Vorliebe den feuerfesten Sand oder die Masse und verfährt bei der Zustellung in folgender Weise:

Nachdem man den Boden vollendet, der aus einigen festgeschlagenen Sandschichten besteht, stellt man ein Modell darauf, welches den Durchmesser der beabsichtigten Gichtöffnung hat. Man beginnt alsdann, den Sand mit Sorgfalt um das Modell herum aufzustampfen, wie es bei der Anlage der Hochofengestelle geschieht.

Sobald der leere Raum bis zur Höhe des Modells angefüllt ist, lockert man das letztere mit einem Fäu-

Digitized by Google

stel, um es vom Sand zu lösen, und zieht es mittelst eines Ringes etwas höher hinauf, ohne es jedoch vollständig aus der Form zu entfernen.

Man fährt nun fort, den Sand aufzustampfen und das Modell zu heben, bis man zur Gichtmündung gelangt ist; diese letztere wird dann mit einem Ring aus Gusseisen versehen, damit ihre Ränder durch das Aufgeben der Materialien nicht beschädigt werden.

An das Schachtmodell schliessen sich, den Oeffnungen des Mantels entsprechend, konische Holzmodelle der Formhöhlungen, welche nacheinander eingelegt und bis zum Feststampfen des Schachtes in der Masse stecken gelassen werden.

Sobald alle Modelle entfernt worden sind, wird das Schachtprofil vermittelst besonderer Messer ausgeschnitten und die Innenfläche nochmals mit Hülfe flacher glatter Keulen überstampft und glatt gemacht.

Wenn der Schacht im Vergleich zum Mantel sehr wenig Durchmesser hat, so kann man etwas am Sande sparen, indem man einen Theil des Futters mit einer Reihe alter feuerfester Steine herstellt, welche an den Mantel gelegt werden.

Da nun bei diesen Schächten aus Masse, welche ohne Isolirschicht bestehen und fest ausgestampft sind, es häufig vorkommt, dass beim Anwärmen sich das Futter vom Mantel ablöst, so hat man zur Abwendung dieses Uebelstandes versucht, die Berührungspunkte beider, des Mantels und Futters, zu vermindern. Dieses geschieht durch die Anlage vertikaler Canäle, cheminées, von 0,03 Meter Weite und in gegenseitigen Entfernungen von 0,12 Meter. Die Eisenstäbe, welche hierbei als Modell gedient haben, zieht man nach und nach heraus, wenn der Sand mehr und mehr aufgestampft ist, und füllt dann die leeren Räume mit verbranntem Sand aus.

Indess kann man nach Guettier diese Vorsichtsmaasregel in dem Fall vermeiden, wo die Schachtfigur es gestattet, alte feuerfeste Ziegel in Reihen zunächst der Armatur zur Ersparniss von Masse und Arbeit aufzustellen.

Digitized by Google

§. 66. In Betreff der Vorsichtsmaassregeln beim Ausstampfen und Ausmauern von Ofenschächten giebt Guettier in der ersten Abtheilung seines Buches S. 111 noch interessante Notitzen, welche sich dort allerdings zunächst auf die Hochofenzustellung beziehen, auf die er aber bei der Beschreibung der Cupolöfenfutter ausdrücklich zurückverweist.

Die feuerfesten Ziegeln, welche einige Hüttenwerke des östlichen Frankreichs anwenden (in den Departements de la Meuse, des Vosges, de la haute Marne), zeigen folgende Zusammensetzung, welche auch einen bestimmten Aufschluss über die Natur der dortigen feuerfesten Massen und der Chamotte giebt.

Man unterscheidet vier Nummern, von denen die beiden ersten vorzugsweise zum Füttern der Schmelzzonen in den Oefen, die beiden letzten dagegen zur Herstellung der weniger in Angriff genommenen Theile der metallurgischen Apparate gebraucht werden.*)

Nr. 1. besteht aus $^2/_3$ Moselkieseln, $^1/_3$ Thon von Villy-en-Trodes (Haute-Marne);

Nr. 2. besteht aus $^1/_3$ Kieseln, $^2/_3$ Thon von Vert-Bois (Haute-Marne);

Nr. 2a. besteht aus $^2/_3$ alten Ziegeln, $^1/_3$ Thon von Vert-Bois etc.;

Nr. 3. besteht aus $^2/_3$ Thon von Vert-Bois etc., $^1/_3$ Sand von Gironcourt (Vosges);

Nr. 4. besteht aus $^2/_3$ gelbem feuerfesten Sand, $^1/_3$ weissem Sand von Gironcourt.**)

Die alten Ziegeln (in Nr. 2*a)* und die Kiesel (in Nr. 1 und 2) werden unter den Stempeln eines Poch-

*) Ich wiederhole diese 4—5 Recepte nur, um bei der Benutzung solcher Materialien einen Anhalt zu geben, nicht um eine fertige Chablone hinzustellen.

**) Der Thon von Villy-en-Trodes ist eine sehr feuerfeste etwas magere Substanz; der von Vert-Bois ist etwas weniger strengflüssig — der Sand von Gironcourt ist ein sehr feiner Sand, welcher, mit einer thonigen Erde oder einem fetten Sand gemengt, Ziegel giebt, die eine hohe Temperatur aushalten können, obgleich sie nicht die Güte der andern Nummern haben.

Digitized by Google

werks oder unter Mühlsteinen zerkleinert und zu feinem Staub zermahlen.

Das Aufsuchen von feuerfesten Massen und Sanden ist wie eigentlich schon bei den Formsanden gesagt worden, eine sehr wichtige Sache für Giesserei und Hüttenanlagen überhaupt und auch Guettier kommt S. 112 darauf zurück. Nachdem er des nicht ausreichenden Versuchs Erwähnung gethan, durch Aufgiessen von Säure die kalkigen Theile eines neuen Materials zu trennen, kommt er auf einen praktischen Versuch zu sprechen, der Garantieen bietet.

Wenn man nämlich in das Innere eines Ofens, z. B. eines Hochofens oder Cupolofens einen festgeballten Klumpen des zu untersuchenden Materials bringt, so kann man leicht erkennen, ob dasselbe der Temperatur der Zone Widerstand leistet oder nicht, in die man dasselbe versetzt hat.

Besser und bequemer ist es, die Feuerbrücke eines Flammofens hierzu anzuwenden, weil man dabei auch weniger Gefahr läuft, den rasch erglühenden Thon- oder Masseklumpen in Stücke zerspringen zu sehen.

Legt man den Klumpen, nachdem er scharf getrocknet worden ist, beim Besetzen des Ofens auf die Feuerbrücke, dem Herde möglichst zugewendet, und feuert dann den Ofen in der üblichen Weise an, so kann man durch die Probethür bequem und sicher den Verlauf des Versuchs beobachten.

Bei der Anwendung natürlicher Massen ist es nothwendig, dieselben gut durchzuschlagen und für eine sorgfältige Durcharbeitung zu sorgen, da sich der Thongehalt sowohl, wie die etwaigen groben Stücke nicht gleichmässig vertheilt finden, sondern den Gesetzen der Ablagerung folgend, in den Schichten der Substanz Platz gefunden haben.

Deshalb wohl giebt Guettier auf S. 113 an, dass eine Beimengung von feuerfestem Sand oder zerstossenen Kieseln*) ihm so ausgezeichnete Dienste

*) Das Zerstossen der Kieselsteine würde sehr kostspielig sein, wenn man es ohne jede weitere Vorbereitung vornähme.

Digitized by Google

geleistet und die Massegestelle dauerhaft gemacht habe.

Auch die Form der Stampfkeulen wird von dem französischen Autor in den Kreis der Betrachtung gezogen und ausdrücklich hervorgehoben, dass eine Zuschärfung derselben nothwendig sei, um jede neue Schicht aufgesiebter Masse fest und homogen mit der vorhergehenden zu binden und so das Abblättern, „Abpflastern", zu verhindern.

§. 67. Neueres französisches Profil von Guettier.

Hatte auch Guettier in der ersten Auflage seines Werks die gebauchte Gestalt als die einzige Cupolofenfigur hingestellt, die existirte, so wurde er doch in der zweiten Auflage veranlasst, von einem andern, principiell durchaus verschiedenen Profil Notiz zu nehmen, das eine Art Reaktion gegen die Alleinherrschaft jener von Guettier früher in allen Dimensionen ausgeführten Form bildet.

Dieses Profil (Fig. 10 der Taf. VI.) besteht aus 2 Kegelstumpfen, welche mit den Spitzen zusammenstossen und auf diese Art eine Verjüngung des Schachtdurchmessers nach der Mitte zu und eine Erweiterung desselben sowohl nach dem Boden als nach der Gicht zu zeigen. Es ist für die Cupolofenzustellungen auf den fünf kaiserlichen französischen Lehrgiessereien zu Angers, Indret, Chalons-sur-Marne, Aix und Charenton adoptirt und auf der zuerst genannten Schule bei ihrer Organisation neu eingerichtet worden.

Vereint geben die 3 Oefen zu Angers 240 — 260 Ctr. Gusseisen, sind aber unter sich in Dimension und Leistungsfähigkeit verschieden. Der Mantel des kleinsten dieser Oefen hat 2,60 Meter Höhe bei 0,90 Meter innerem Durchmesser und ist mit 4 Formen versehen, welche alle in einer Vertikallinie liegen. Die Mäntel

---

Durch Ablöschen der glühend gemachten Steine im kalten Wasser (étonner) bereitet man jedoch ein leichteres Zerspringen derselben und kann die so getrockneten Gefüge leichter bewältigen. Die nach der Schicht entleerten Cupolöfen lassen sich zu dieser Arbeit ganz gut verwerthen.

Digitized by Google

der beiden grösseren Oefen sind ziemlich von gleicher Grösse: 3 Meter Höhe bei 1,4 Meter Durchmesser; sie haben zwei Reihen Formen, von denen je 5 auf einer Vertikallinie stehen.*) Die Formenebenen schneiden sich in der Axe des Ofenschachts rechtwinkelig, so dass sie mit der Axe des Vorherdes gleiche Winkel von 135° machen.

Die Düsenvorrichtung ist äusserst zweckmässig. Ein aufrecht stehendes, hinreichend weites Hauptrohr ist mit genau abgedrehten Anschlussflächen versehen, wo die Düsen sich abzweigen sollen. Diese nun tragen einen zweitheiligen, zusammengeschraubten Bügel, der sich um jene, mit Flanschen versehenen Hälse des Hauptrohrs genau, aber doch drehbar, umlegt. Sobald man eine Form reinigen will, dreht man das Düsenrohr weg und sperrt gleichzeitig den Wind ab. Das Princip ist dasselbe, wie bei dem auf Taf. IV., Fig. 3—5 dargestellten Cramer'schen Ofen der Königin Marienhütte, nur ist die Anordnung bei dem letzteren noch zweckmässiger, insofern, als das Hauptrohr nicht in der Düsenebene steht und deshalb einen freieren Zugang zu den Formen gestattet, als es bei dem Cupolofen von Angers möglich ist.

§. 68. Der mährische Cupolofen.

Die letzterwähnte Schachtfigur der Cupolöfen von Angers führt von selbst über zu den Cupolöfen mit verengter Schmelzzone, weiter Gicht und weitem Gestell, eine Form, deren Verbreitung bereits früher bei der Besprechung der idealen Schachtfiguren angedeutet worden ist.

Die älteste Anwendung dieses oder eines ähnlichen Profils ist vielleicht in den mährischen Giessereien

*) Auf der Zeichnung in Guettier's Werk Taf. XII., Fig. 12 u. 13, welche auch Mallet in seinen Aufsätzen Nr. X. Practikal Mech. Journ., II. Serie, Vol. 2, S. 225 unter Fig. 2—3 reproducirt hat, sind 6 Formöffnungen angegeben. Ausser dieser Unrichtigkeit zeigt sich auch bei diesem Ofen die bereits früher gerügte Unstimmigkeit der Maassstäbe und der Angaben des Textes, der aber, aus Mangel an besseren Informationen, hier nicht abgeholfen werden konnte.

Digitized by Google

geschehen, wo man bald nach der Einführung der Cokes zum Cupolofenbetrieb auf eine Zusammenziehung des Schmelzraumes bei unveränderter Weite des Gestells sowohl als der Aufgabeöffnung verfiel.

Der mährische Cupolofen (man gestatte diesen Ausdruck hiermit für dieses Schachtprofil zu gebrauchen), wie er in Blansko bei Brünn und in Witkowitz bei Mährisch-Ostrau angewendet wird, hat zweierlei Modifikationen unbedeutender Art, je nachdem er sich einer wirklichen Cupolofenesse anschliesst oder frei in die Luft, resp. unter einen weiten Essenschirm ragt.

Im ersteren Fall hat der Oberschacht die Form eines ziemlich gleichmässig nach unten sich verjüngenden geraden Kegels, dessen Basis mithin durch die Gichtweite gebildet wird.*) Oben schliesst sich diese Figur einer cylindrischen, resp. quadratischen Esse von demselben Durchmesser wie die Gichtweite an, während sie nach unten zu allmälig cylindrisch und dann wieder sich erweiternd auf's Neue, doch in umgekehrter Richtung, konisch wird, um dann schliesslich in einen cylindrischen, mit Vorherd versehenen Eisenkasten überzugehen.

Die Vortheile dieser Construktion sind nach mündlichen Mittheilungen des Herrn Giesserei-Verwalters von Scheuchenstuel in Witkowitz und des Herrn Giessmeisters Sauer daselbst:

a) ein energisches Schmelzen bei sehr lebhaftem Gichtenwechsel;
b) das Erzielen heissen flüssigen Eisens;
c) die Möglichkeit, grosse Mengen Gussmaterial ansammeln zu können.

Der einzige, anfangs störende Nachtheil war ein kalter Herd und dadurch veranlasste Bodenansätze von erstarrtem Eisen, sowie Zufrieren des Stichs.

Diese üble Folge des neuen Profils wurde in ihrer

*) Ein Hitzeverlust kann hierbei, trotz der weiten Gicht, nicht geschehen, da die angeschlossene Esse dieses verbietet und die Aufgebethür seitlich im Essenmantel liegt.

Digitized by Google

vermuthlichen direkten Ursache richtig erkannt und durch eine einfache Gegenmaassregel beseitigt. Während des Anwärmens und beim Beginn des Anblasens wurde eine besondere Düse durch den Schlackenstich der Arbeitsthür eingelegt und derselben ein starkes Stechen gegeben, so dass der Boden des Ofens direkt vom Wind getroffen wurde und sich im unmittelbaren Contakt desselben die lebhafteste Verbrennung des Füllmaterials erzeugen musste.

Die Wegnahme dieser Düse geschieht erst beim Niedergang der ersten Eisengichten — worauf das Anlassen des vollen Windes durch die übrigen Düsen stattfindet.*)

Im zweiten Fall, wenn sich keine Esse direkt an die Gichtöffnung anschliesst, wird der Schacht oben wieder zusammengezogen, so dass er eine spindelförmige Gestalt erhält; die Einschnürung der Schmelzzone, wie auch die Erweiterung des Herdes bleiben dieselben. In Bezug auf den Betrieb hat man dieselben Erfahrungen wie bei der vorigen Construktion gemacht.

§. 69. Die Cupolöfen von Dirschau.

Eine ähnliche Gestalt besitzen die früher auf der Giesserei und Maschinenwerkstatt der preussischen Ostbahn in der Nähe der Dirschauer Brücke errichteten grossen und kleinen Cupolöfen.

Ihre eigenthümliche Construktion, von dem jetzt verstorbenen Maschinendirektor Krüger herrührend, wurde zunächst durch zwei Aufnahmen in den Zeichnungen des Vereins „die Hütte“ bekannt, von denen das Blatt Nr. 21 des Jahrgangs 1855 einen der grossen auf 100 Ctr. Inhalt berechneten Ofen, das Blatt 8 k. des Jahrgangs 1856 einen kleineren darstellt.

Obwohl im Detail verschieden, bieten doch beide Oefen dieselben principiellen Eigenthümlichkeiten dem

*) Ich erinnere hier an die eigenthümliche Düsenconstruktion an dem Cupolofen der Geschützgiesserei zu Spandau, den ich auf Taf. V., und Fig. 3 und 4 abgebildet habe — und an das in der betreffenden Erläuterung hierzu Gesagte.

Digitized by Google

Auge dar, vorzugsweise ist der grössere Ofen geeignet, das Interesse des Technikers zu fesseln.*)

Der Schacht desselben hat dieselbe Form, wie der mährische Cupolofen, ist an der Gicht 5 Fuss 6 Zoll weit — verengt sich in der Schmelzzone auf $3^1/_4$ Zoll und erweitert sich am Boden wieder auf 4 Fuss 3 Zoll. Dabei beträgt die Höhe von der Mitte des Bodens bis zur Gicht ca. 9 Fuss 2 Zoll und muss nur gering erscheinen, wenn man mit diesem Ofen die Verhältnisse des grossen Cramer'schen Cupolofens vergleicht.

Ueber der Gicht zieht sich der Schacht wieder etwas zusammen und geht dann in die dicht anschliessende Esse über, deren trichterförmige Gestalt demnächst in eine cylindrische sich verwandelt, wie es schon bei den Entwürfen für die Blechessen angegeben wurde. Da hier aber die Esse von Steinen gemauert ist, so sind die Weitenverhältnisse nicht so bedeutend, wie in jenem Fall.

Der Ofenmantel besteht aus Eisenblech und ist oben an einen starken gusseisernen Ring von reichlicher Ziegelbreite und unten an einer ringförmigen Fundamentdeckplatte mit Winkeleisen festgenietet.

Ausserdem ist der Mantel mit der Grundplatte an den vier Ecken durch Lappen verbunden, welche wiederum die Angriffspunkte für 4 den Fundamentwürfel durchschneidende Ankerstäbe bilden; diese führen zu einem dicht am Bruchsteinmauerwerk des Fundaments versenkten gusseisernen Rahmen, der als Ankerplatte dient und hinter dem die Stabenden versplintet sind.

---

*) Eine Zeichnung desselben hat in dem Wiebe'schen Werke „über Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung", Stuttgart 1858, eine weitere Verbreitung gefunden, so dass ich es für nothwendig gehalten habe, dieselbe hier (Taf. VII., Fig. 1) zu reproduciren, obgleich die auf demselben Prinzip beruhenden weit einfacher und wohlfeiler construirten englischen Cupolöfen neuerer Construktion ungleich vortheilhafter angewendet werden können.

Digitized by Google

Auf der Vorderseite ist der Fundamentsockel durch eine wohl verankerte Gussplatte gegen die Wirkung des Feuers geschützt. Die Thür und die Abstichrinnen sind in der gewöhnlichen Weise angeordnet, vorzugsweise jedoch von Blech construirt; und die Zarge oder der Thürrahmen ist aus Gusseisen und auf den Mantel angeschraubt.

§. 70. Das **Futter** des grossen Dirschauer Ofens besteht aus feuerfesten Steinen, ist durchschnittlich 8—9 Zoll stark und überall von dem Mantel durch eine verschieden starke Isolirschicht von verbranntem Sand, Kohlenasche etc. getrennt. Der Boden ist von feuerfester Masse dargestellt und im Mittel 8 Zoll stark, mit einer entsprechenden zweckmässigen Neigung nach vorn, um dem Eisen den Abfluss zu gestatten.

Das feuerfeste Ofenfutter ragt über dem Gewölbe der Aufgebethür noch frei in den auf dem oberen Ring der Armatur aufgemauerten Essentrichter hinein und steht mit demselben in keiner festen Verbindung. Vermittelst dieser klugen Disposition gleichen sich alle Differenzen in der Ausdehnung des Ofens und der Esse an dieser Stelle aus, ohne dem einen oder dem anderen Theil zu einem Bruch Veranlassung zu geben.

Von besonderem Interesse ist jedoch die Anlage der Windführung bei diesem Ofen, der von vornherein dazu bestimmt war, grosse Massen Roheisen in möglichst geringer Frist zum Schmelzen zu bringen, um 100 und mehr Centner Metall von gleicher Hitze ansammeln zu können.

In damaliger Zeit waren solche Güsse aus einem Ofen eine bedeutende, aber auch selten erreichte Leistung.

Es ist daher natürlich, dass ein energischer Kopf, wie der verstorbene Leiter der Dirschauer Werkstatt, auf ungewöhnliche Mittel verfiel und versuchte, durch eine möglich concentrirte Kraftäusserung auf demselben Raume das fast augenblicklich zu bewirken, was sonst nur durch grossen Zeitaufwand möglich war.

Er ordnete einen innerhalb des Mantels in die Isolirschicht gelegten, ringförmigen, über 30 Zoll hohen

Digitized by Google

und 4 Zoll weiten Windcanal an, von dem aus 24 Formen in das Ofeninnere führen. Diese Formen sind nach einer dreimal aufgewickelten Schraubenlinie disponirt und so, dass überall 3 übereinander liegen.

Die hierdurch gebildete Schmelzzone beträgt über 24 Zoll und liegt im engsten Theil des Schachtes ca. 3 Fuss über dem Boden (Mittellinie der Zone).

Von der Innenwand des Windringes gehen eiserne Düsen durch die Isolirschicht bis in das Schachtfutter hinein und an der Aussenwand des Ringes befinden sich entsprechende Visirlöcher, mit Glasverschlüssen versehen, durch welche man das Reinigen der Formen, so wie auch das (in diesem wie in allen ähnlichen Fällen beschwerliche) Zusetzen und Verstopfen der unteren Reihe derselben vornehmen kann.

Jeder dieser Oefen empfängt von der Rückseite den Windzufluss vermittelst eines Hauptleitungsrohres, in dem sich auch die Absperrklappe befindet.

Von diesem Ofen hat Mallet ebenfalls Kenntniss genommen und denselben im Anschluss an die französischen und Berliner Oefen in dem bereits citirten Aufsatz Nr. X. (Pract. Mech. Journ. III. Série, Vol. II., 227) ausführlich und unter Zugrundelegung der Wiebe'schen Relation besprochen.

Mallet hält, nachdem er die Schwierigkeit des Zusetzens und Oeffnens der Formen hervorgehoben, die Anlage einer einzigen Reihe von Formen für hinreichend, sobald dieselben 6—7 Zoll weit gemacht werden und im Niveau der jetzigen mittleren Reihe liegen. Demnächst schlägt er vor, die Aussenwand der Windzuführung aus einzelnen Segmenten herzustellen, um leicht eine Reparatur veranlassen zu können; dann räth er zur Anwendung thönerner Formensteine, den Düsensteinen der Bessemerconverter entsprechend, und giebt schliesslich noch einzelne Dimensionen an, welche nach der Einführung aller dieser Veränderungen modificirt werden müssten.

Den Eisenkasten will er um 8 Zoll erweitern, das Formniveau um 4 Zoll und die Gicht um nur 3 Fuss höher (?) legen; dann hofft er, dass unter gleichzeitiger

Digitized by Google

Anwendung einer angemessenen Windmenge und 12 bis 15 zölligen Leitungen Güsse von 30—35 Tons = 6 bis 700 Ctrn. mit Vortheil aus diesem Ofen gegossen werden können.

§. 71. Der kleine Dirschauer Ofen, wie ihn die Zeichnungen der „Hütte", Blatt 8 k., Jahrgang 1856 wiedergeben, weicht in seiner inneren Construktion nur unwesentlich von dem grossen in den vorigen §§. beschriebenen Ofen ab. (S. die Skizze auf Taf. VII., Fig. 2.)

Der Hauptunterschied liegt in der heruntergerückten Schmelzzone, welche nur eine Reihe von sechs 2 Zoll weiten Formen führt, sowie in dem kleineren Sammelraum, der nur geringe Mengen Roheisen zu fassen bestimmt sein kann.

Der Schacht erweitert sich von den Formen an aufwärts, kelchartig bis über die Gichtenthür hinauf und zieht sich von da an rasch zu einem 10 Zoll weiten Essenstumpf zusammen, der in die vor dem Ofentheile vollkommen unabhängige Esse hineinragt und nur einige seitliche Oeffnungen hat, um die nöthige Luft zum Entzünden der Gichtgase zuzulassen, weil sonst beim Oeffnen der Aufgebethür sich jedesmal eine kleine Explosion einstellen würde.

Die Armatur des Ofens ist von Gusseisen — der Windkasten mit den darangegossenen Düsenhälsen bildet ein Stück derselben und liegt ausserhalb des allgemeinen Umrisses.

Das Futter ist von feuerfesten Steinen, resp. Masse (der Boden) und zeigt im Innern das durch die nachstehend aufgeführten Abmessungen charkterisirte Profil.

Auf dem, im Mittel $7\frac{1}{2}$ Zoll starken Boden erhebt sich der 14 Zoll hohe, anfänglich (auf 6 Zoll) 20 Zoll weite und cylindrische, dann auf 16 Zoll sich conisch verjüngende Eisenkasten. In 14 Zoll Höhe beginnt die cylindrische, 15 Zoll hohe, 16 Zoll weite Schmelzzone, in welcher $18\frac{1}{2}$ Zoll über dem Bodenmittelpunkt das Formniveau liegt.

In einer Höhe von 12 Zoll über dem Formenniveau hat der Schacht bereits 17 Z. Weite; in einer

Digitized by Google

Höhe von 16 Z. = 18¾ Z.; in einer Höhe von 20 Z. = 20¾ Z.; in einer Höhe von 26 Z. = 23½ Z.; in einer Höhe von 35 Z. = 27 Z.; in einer Höhe von 63 Z. = 32 Z.; in einer Höhe von 73 Z. (1 Z. unter der Gicht) = 33 Z.

Von da ab bis zur Höhe von 8 F. 9 Z. über der Formniveaulinie behält der Ofenschacht die cylindrische Form und beginnt erst dann in den kurzen cylindrischen Fortsatz von 10 Zoll Durchmesser in gebrochener Verjüngung überzugehen.

Das Essenfutter ruht auf einem starken Rahmen, den 4 eiserne Säulen unterstützen und ist vierkantig aus gewöhnlichen Ziegeln aufgeführt.

Gegen die Construktion dieses Ofens lässt sich mit Recht einwenden, dass für eine so geringe Leistung, wie es die eines so kleinen Eisenkastens ist, viel zu viel Luxus in der Herstellung des Apparats angewandt worden ist. Ein Quantum Roheisen, wie es der laufende Bedarf einer Giesserei, selbst wenn sie den ganzen Tag geht, bei jedem Abstich fordert, kann in einem einfachen cylindrischen Schacht, wie ihn u. A. der Ofen Fig. 1 auf Taf. II. zeigt, mit Leichtigkeit geschmolzen werden und macht die Anlage eines Windkastens mit 6 Düsen vollkommen überflüssig. Eine solche Vorrichtung lässt sich für nur stärkere Abstiche rechtfertigen, wo es darauf ankommt, überhitztes Eisen in das Gestell gelangen zu lassen, um ohne Nachtheil sammeln zu können.

§. 72. Erweiterung und Ausbildung des Princips der Dirschauer Oefen durch die englischen und amerikanischen Constructeure.

Das Princip, welches in der Construktion der Dirschauer Oefen wirksam und angewandt ist, hat in der Neuzeit ganz besondere Anwendung von Seiten der Engländer und Amerikaner gefunden. Hierbei kommen vor allem Anderen die ökonomischen Vortheile eines solchen Profils in Betracht, Vortheile, welche in einer nicht unbeträchtlichen Ersparniss an Brennstoffen und in einer gleichzeitigen

Digitized by Google

Veränderlichkeit in der Ausdehnung und Raschheit des Betriebes bestehen.

Von der richtigen Voraussetzung ausgehend, dass ein enger Ofenraum mit einer geringeren Menge desselben Brennstoffs zu einer gleich hohen Temperatur erhöht werden könne, als ein weiter, namentlich in den Zonen des Ofens, wo die intensivste Verbrennung und die Ueberhitzung des Giessmaterials stattfindet, versuchte man, zur Ersparniss an Brennstoff, den Theil des Cupolofenschachtes zusammenzuziehen, der die Windzuführung enthält. Dadurch erzielte man eine ganz besonders wirksame Ofenzone von verringertem Querschnitt und beliebiger Höhe, die sich nach constructiven Rücksichten gestaltet, während sowohl über der Verengung, also im eigentlichen Schacht, als auch unter derselben im Eisenkasten der ursprüngliche Durchmesser des Ofenschachtes festgehalten worden ist.

Beide verschiedene Weiten werden dadurch vermittelt, dass man kleine Rasten über und unter der Mittelzone einlegt, von denen allerdings nur die obere aus Betriebsrücksichten, d. h. des gleichmässigeren Gichtenniederganges wegen geboten ist, während die untere aus constructiven Gründen kaum zu umgehen sein dürfte.

Die Windzuführung findet in verschiedener Weise statt, je nachdem der Brennstoff ist, den man verwerthen will. Im Allgemeinen huldigt man bei diesen Cupolofenformen der Ansicht, möglichst viel Wind gleichzeitig einzuführen und bedient sich deshalb einer reichlichen Anordnung von Windzulässen, Formen und Düsen, obwohl hierbei nun noch diverse Verschiedenheiten zum Vorschein kommen können. Man bedient sich mehrerer Reihen Formen übereinander, von gleichem oder von verschiedenem Durchmesser, man ersetzt sie auch wohl durch Windschlitze rings um den Ofen — im Ganzen oder in Absätzen angeordnet, um eine möglichst gleichmässige Vertheilung zu ermöglichen.

Wenn auch dieses nicht immer gelingt, oder eine solche Einrichtung schwer unbeschädigt zu erhalten ist und deshalb leicht an Wirksamkeit etwas einbüsst, so kann noch jede derartige neue Construktion als

Digitized by Google

ein Fortschritt betrachtet und muss einer vollständigen Kritik unterworfen werden; dadurch erst kommt man dem erstrebten Ideal, d. h. der besten Cupolofenform immer näher.

§. 73 Der Cupolofen von H. Ireland.

Der erste Ofen, der diesen Reigen eröffnet, ist der Patentcupolofen von Ireland, den R. Mallet in seinen mehrfach citirten Aufsätzen im Practical Mechanics Journal (III. Sér., Vol. II., p. 229) beschreibt und auch abbildet. Wie aus Fig. 3—6 der Tafel VII. hervorgeht, ist sowohl die allgemeine Disposition als auch die specielle Ausführung eine äusserst einfache. In einem unterhalb cylindrischen, nach oben hin conischen Mantel von zusammengenietetem Eisenblech ist der sorgfältig profilirte Kernschacht eingebaut und gleichzeitig der ringförmige Windcanal herumgelegt, der ein willkommenes Unterstüzungsmoment der Rasten bildet, welche den verengten Theil des Schmelzraumes bilden.

Der cylindrische, seltener conische Oberschacht des Ofens, in der Ausdehnung der bedeutendste Theil desselben, verändert sich entweder bereits unterhalb der Aufgebethür oder über derselben zu einer nach dem Gipfel der Esse zu laufenden conischen Gestalt und nur für bestimmte Zwecke wird die cylindrische Form für die ganze Esse des Ofens beibehalten. Bei den ältesten Construktionen Irelands, denjenigen, welche er seinem Patentgesuch, seiner Beschreibung und Betriebsinstruktion zu Grunde legt, ist ein conisches Essenstück aufgesetzt, in welchem sich die Aufgebethür befindet. Bei den neueren Oefen dagegen, z. B. dem in Fig. 6 abgebildeten Riesencupolofen der Bolton Eisen- und Stahlcompagnie, so wie den bei Borsig in Berlin, den auf den Stahlwerken zu Hörde, ferner in Oberbilk bei Düsseldorf sowie an a. O. durch Ireland selbst erbauten und in Betrieb gesetzten Oefen ist die Esse nur eine Verlängerung des Oberschachtes und eben so wie diese vollkommen cylindrisch. Der Oberschacht geht bei sämmtlichen Ireland'schen Oefen durch eine steile Rast in die wiederum cylindrisch

Digitized by Google

gebildete engere Schmelzzone über, innerhalb welcher die Formen münden. Diese sind bei den älteren und kleineren Ofenarten nur zwei an der Zahl; bei den neueren und grösseren Oefen dagegen liegen sie in zwei Reihen übereinander und sind zahlreicher, 16—20, dabei von verschiedener Weite. In jenem Fall ist die Anwendung eines Windcanals oder ringförmigen Reservoirs nicht so sehr nothwendig und aus Billigkeitsrücksichten wohl stets vermieden worden, in neuerer Zeit bedient man sich desselben und legt ihn sowohl aussen hin (Fig. 6) als an die Innenseite des Mantels. Der Eisenkasten beginnt sein einer umgekehrten Rast ähnliches Profil direkt unter der letzten Form und erweitert sich bei den alten Oefen (Fig. 3 bis 5) nur wenig, bei den neuen stets bis zur Weite des Oberschachtes. Die Höhenverhältnisse lassen sich schwerer allgemein ausdrücken, als die der Durchmesser; die Figuren der Taf. VII. geben richtige und leichtanschauliche Profilbilder, die jede Beschreibung ersetzen. Man sieht wenigstens daraus, dass die Entwicklung der Verhältnisse nicht in allen Fällen gleich harmonisch stattfinden konnte und dass die 3 Normalformen Ireland's (Fig. 3, 4, 5) nicht unbedeutende Abweichungen von einander zeigen und kein absolut fertiges Gesetz verrathen.

§. 74. Robert Mallet giebt (a. a. O. S. 229) eine Tabelle der Dimensionen der drei Ofenarten, welche die Maasse der Zeichnungen auf Taf. VII. vervollständigen.

I. Diameterverhältnisse	Ofen 1.	Ofen 2.	Ofen 3.
am Boden	2′ 6″	2′ 9″	3′ 6″
in der Schmelzzone . .	1′ 7″	2′ —	2′ 9″
im Kohlensack	3′ —	3′ 6″	4′ 3″
an der Gicht (dem Anfang der Esse) . . .	3′ —	3′ 3″	4′ 3″
an der Essenmündung .	2′ —	2′ 3″	2′ 6″
II. Höhenverhältnisse von dem Boden zu der ersten Form	1′ 6″	1′ 7″	3′ —

Digitized by Google

	Ofen 1.	Ofen 2.	Ofen 3.
innerhalb der Schmelzzone	1′ 2″	2′ —	2′ 5″
Rast über der Schmelzzone	2′ —	2′ —	2′ —
Schacht von der Rast bis zur Gicht	6′ 4″	6′ 6″	5′ 7″
Esse von der Gicht bis zur Mündung . . .	12′ —	12′ —	14′ —
von dem Boden bis zur Mittellinie der Formen	1′ 8″	1′ 8″	3′ 2″

Wie auch aus den Zeichnungen hervorgeht, sind die Ofenschächte cylindrisch bis auf Nr. 2, der unerklärlicher Weise noch schwach conischen Schacht besitzt.*)

Die Mittheilungen Mallet's verbreiten sich nicht weiter über den Ausbau und die Zustellung der Ireland'schen Cupolöfen, sondern geben einen Auszug aus den Betriebsinstruktionen des Patentträgers, den wir im nächsten Hauptabschnitte dieses Buches wiedergeben wollen.

Doch giebt Mallet schliesslich von einem grossen Cupolofen Nachricht, welcher nach Ireland's Prinzipien construirt, bei dem Niederschmelzen des zum Guss eines grossen Dampfhammerambosses erforderlichen Roheisens angewendet wurde und in seiner Leistung das bisherige Maximum für Cupolöfen bezeichnet.

Da die Vorzüge des Ireland'schen Ofens hauptsächlich in einer vollständigen Verbrennung der Kohlen und einer Verminderung des Verbrauchs an solchen besteht, so musste die Anwendung desselben zur Darstellung schwerer Güsse ganz besonders vortheilhaft erscheinen, um so mehr, als die grosse Ueberhitze des Eisens es gestattete, eine längere Zeit zum Giessen zu verwenden und sich in der Zahl der Apparate möglichst zu beschränken.

*) Die Skizzen von Mallet sind den Maassen durchaus nicht entsprechend und war ich genöthigt, sämmtliche Profile in Fig. 3, 4, 5 nach der obigen Tabelle neu und genau im Maassstab von $^1/_{48}$″ engl. aufzuzeichnen, um dem Leser ein wirklich correktes Bild der Ireland'schen Cupolöfen zu geben.

Digitized by Google

Bei der Darstellung solcher Güsse aus anderen Cupolöfen braucht man bekanntlich eine grössere Zahl gleichzeitig wirksamer Apparate, welche eine bedeutende Steigerung des Brennstoffaufwandes durch das mehrfache Anwärmen verursachen.

§. 75. Die Ireland'schen Oefen zu Bolton.

Ireland construirte, um eine Chabotte von 205 Tons Gewicht = 4100 Ctr. zu giessen, zwei Cupolöfen, welche auf Taf. VII., Fig. 6 im Durchschnitt und halber Längsansicht abgebildet sind.

Der Ofen besitzt einen cylindrischen Mantel von Kesselblech, einen ringförmig aussen aufgelegten Windkasten und eiserne Formen; den letzteren gegenüber befinden sich auf der Aussenseite des Windkastens Klappenvisire, die es mit Leichtigkeit gestatten, den Gang des Schmelzens zu beobachten.

Die unteren 4 Formen haben 8 Zoll (engl. Maass) Weite, die oberen 16 Formen dagegen nur 3 Zoll; ihre Länge beträgt ca. 19½ Zoll.

Die Maasse des Mantels und des Schachtes sind sehr bedeutend, denn der äussere Durchmesser wird auf 7 F., der innere Durchmesser dagegen auf 5 Fuss für Oberschacht und Gestell, und auf 3 Fuss 9 Zoll für die Schmelzzone angegeben.

Die Höhenverhältnisse erscheinen proportional den für kleinere Oefen gebräuchlichen und auf die Innehaltung dieser Verhältnisse ist im Interesse der beabsichtigten Kohlenersparniss um so mehr zu sehen, als die Querschnitte wachsen, die ihrerseits von der beabsichtigten Leistung abhängen.

Die Abbildung Mallet's (a. a. O. S. 229) ist wohl insofern nicht ganz richtig, als die Lage der Gichtthür eine zu niedrige im Verhältniss zur Lage der oberen Rast ist und der Oberschacht dadurch kleiner erscheint, als bei dem Ofen Nr. 3 der vorstehenden Tabelle, der doch weit geringere Querschnittsverhältnisse zeigt. Legt man dessen Proportion zu Grunde, so erhält der Oberschacht, der in der Originalzeichnung noch nicht 3½ F. besitzt, eine Höhe von nahezu 6½ F., während die Ober-Rast 2½ F., die Schmelz-

Digitized by Google

zone 3 F. 3 Z. und der Eisenkasten ebenfalls $2^1/_2$ F. Höhe hat.*) Man könnte aber auch annehmen, dass die Gicht hier wie bei allen übrigen von Ireland selbst entworfenen Oefen am Ende des cylindrischen Schachtes läge, wenn man nicht in neuester Zeit von der Anlage conischer Essen abgegangen wäre und sich begnügte, die Gicht-, resp. Ober-Schachtweite beibehaltend, die Esse vollkommen cylindrisch aufzuführen. Von Interesse ist noch die Anlage der Windzuführung; dieselbe ist so angeordnet, dass die Oefen auf dem Haupt-Windleitungsrohr neben einander stehen und bei jedem Ofen 2 Steigeröhren den Wind in die untere Zone des ringförmigen Vertheilungskastens leiten. In diesen Steigeröhren befinden sich zur Absperrung des Windes einfache Drosselklappen, deren Hebel mittelst eines getheilten Quadranten beliebig festgestellt werden können.

Aus der Zeichnung sowohl, als aus den gemachten Andeutungen geht hervor, dass diese Anlage zu Bolton, mit einfachen Mitteln und unter Benutzung des einen starken Druck gebenden Gebläses der bereits erbauten Bessemerhütte ausserordentliche Resultate gegeben und innerhalb $10^3/_4$ Stunden vom Anlassen des Windes an die Form der Chabotte zu füllen im Stande war.

§. 76. Andre Form des Ireland'schen Ofens.

Unter dem Namen der englischen oder Ireland'schen Patentcupolöfen befindet sich in Kerl's „Metall. Hüttenkunde“ (Vol. III. S. 359, sowie Taf. IV. Fig. 97), wahrscheinlich nach Wiebe's Mittheilungen in seinem Werke über die Maschinenbaumaterialien und ihre Beobachtungen (Bd. I. 2. §. 87 u. ff. und Taf. XXIV. Fig. 4 *a. b. c.*) ein Cupolofen mitgetheilt, der angeblich in Westphalen mehrfach im Gebrauch gestanden haben soll.

---

*) Nimmt man an, dass der auffallende Fehler in der Zeichnung davon herrührt, dass die Lage des Thürrahmens um eine Blechtafelhöhe zu niedrig an den Mantel eingezeichnet worden ist, so ergiebt sich ungefähr die angezeigte Schachthöhe.

Digitized by Google

Derselbe hat indessen nur einzelne der Züge, die gerade den Ireland'schen Ofen auszeichnen, besitzt dagegen weder die Höhenverhältnisse des letzteren, noch die Einschnürung der Schmelzzone; der Eisenkasten erweitert sich nicht, so dass der cylindrische Oberschacht mittelst einer Rast in den engeren Untertheil übergeht, dessen Durchmesser bis zum Boden derselbe bleibt.

Auf Taf. VII, Fig. 7 und 7*a*, ist ein Durchschnitt dieses Ofens gegeben, welcher gleichzeitig einen damit verbundenen pneumatischen Aufzug zeigt, dessen Kostbarkeit indessen die Anwendung desselben nur bei grossem Betriebsumfange gestattet.*)

Der Ofen hat 2 Formen von je 9 Z. Weite, die einander gegenüber liegen, ausserdem auf der linken Seite des Ofens zwischen der linken Form und der Arbeitsöffnung einen etwas unterhalb des Formniveaus mündenden Schlackenstich. Die Arbeitsöffnung ist niedrig und anscheinend nur dazu bestimmt, vermauert zu werden, da die Anlage eines eisernen Rahmens und Futters, wie an den deutschen Oefen, nicht gut möglich ist.

Der Boden wird auf einer Platte aufgestampft, welche in einem mit der hintern Fundamentkante parallel laufenden Charniere hängt und an ihrer Vorderseite unbeweglich an dem übrigen festliegenden Theil der Grundplatte angeschlossen werden kann.

Dieser Boden wird benutzt, um nach beendigter Schmelzzeit den Ofen vollständig zu entleeren, zu welchem Ende eine Grube im Fundamentwürfel ausgespart sein muss. Diese Construktion verdient nicht unbedingt nachgeahmt zu werden, obwohl sie bei einem Ofen, der dicht an dem Gichtaufzuge steht, wie hier,

---

*) Bei der Wiedergabe dieses Ofens, so wie bei der Besprechung seiner Verhältnisse bin ich hauptsächlich den Ausführungen von R. Mallet gefolgt (a. a. O. S. 227), der namentlich das Verhältniss dieses Apparats zu den eigentlichen Ireland'schen Oefen hervorhebt, obwohl auch er aus dem Wiebe'schen Werke geschöpft zu haben scheint.

Digitized by Google

nicht wohl anders angeordnet werden konnte. Das Hauptbedenken liegt in der Elasticität der Platte, auf der man den Boden des Gestelles aufstampfen muss und welche dessen ungleichförmige Beschaffenheit verursacht. Auch dürfte das Lösen des Bodens behufs Niederklappens seine beträchtlichen Schwierigkeiten haben, da die Bildung von Eisenschaalen das Lostrennen der Fugenwände unmöglich macht und die vollkommene Zerstörung des Bodens am Ende jedes Arbeitstages erfordert. Die Grösse des Ofens macht es indessen wahrscheinlich, dass der Zweck desselben wesentlich in der Herstellung schwerer Stücke besteht und deswegen eine kürzere Campagne durchzumachen haben dürfte, als wenn die Lieferung von Currentguss seine Aufgabe wäre. Die wirksame Höhe vom Boden zur Gicht beträgt 12 F., die Höhe des zusammengezogenen Gestells, vom Boden bis zum Anfang der Rast, 4 F. 4 Z., und der Kamin, konisch zulaufend, erhebt sich bis zu 14 F. 6 Z. über die Schwelle der Gichtenthür. Die Weite des Oberschachtes ist 4 F., die des Gestells 2 F. 10 Z., und es ergiebt sich aus diesen Verhältnissen von selbst, dass man es hier mit einem grossen Apparat von starker Leistungsfähigkeit zu thun habe. Wenn er beim Beginn der Arbeit gefüllt wird, so enthält er 6 Tons Gusseisen neben den dazu nothwendigen Brennmaterialien und der Füllung zum ersten Feuer, die indess nicht über die Grenze des Gestells hinaufgeht.

Der Betrieb ist fast derselbe wie bei den Ireland'schen Oefen und wird später mit denselben erläutert und besprochen werden.

§. 77. Die Ireland'schen Cupolöfen in Deutschland.

Von Interesse sind bei der Besprechung der Ireland'schen Oefen vor allen Dingen ihre Nachahmungen in Deutschland, welche entweder direkt nach den Anweisungen des Patentträgers oder mit geringen Abänderungen derselben ausgeführt worden sind.

Ausser zu Giessereizwecken sind dieselben auch neuerdings, wie ich schon im §. 72 andeutete, zum

Digitized by Google

Einschmelzen des Bessemermaterials eingeführt worden und werden voraussichtlich die Anwendung der kostspieligen Flammöfen überall verdrängen, wo es gelingt, den Cupolofenbetrieb mit reinen Materialien auszustatten.

Die neue Bessemeranlage zu Hörde*) enthält 4 grosse, von Ireland selbst gelieferte oder mindestens von ihm entworfene Cupolöfen und 2 kleinere Spiegeleisenöfen — die Bessemeranlage von Giesbers, Pönsgen u. C. zu Oberbilk bei Düsseldorf bedient sich seit Ende September 1868**) eines solchen, von Hörde angekauften Ofens, der daselbst als Versuchsofen gedient und gute Resultate gegeben hatte —, endlich steht in der Röhrenfabrik von Albert Pönsgen u. Co. daselbst ein kleiner Cupolofen von Ireland, dessen sich die Fabrik bedient, um sowohl eignen Bedarf, als auch Armaturstücke für Röhrenleitungen und diverse andere Debitstücke zu giessen. Diesem Vorgange sind viele andere Werke nachgefolgt, obwohl dem Irelandofen der später beschriebene Cupolofen von Krigar Concurrenz macht.

Zeichnungen dieser Oefen sind nicht bekannt geworden, dagegen veröffentlichte die Zeichnungscommission der „Hütte" in Berlin, deren Thätigkeit im Dienst der technischen Literatur schon oft sehr nützlich gewesen ist, auf Blatt 23 des Jahrganges 1867 die Details zweier Cupolöfen, von denen sich die eine Art in der Borsig'schen Eisengiesserei zu Berlin seit 1866 bereits in erfolgreicher Thätigkeit befindet; die andere Art, kurzweg als englischer Cupolofen bezeichnet, ohne lokale Färbung, ist jedenfalls ein direkter Import in einer continentalen Anstalt, die aber aus begreiflicher Discretion nicht genannt werden konnte. Beide Oefen sind auf Taf. VIII., Fig. 1—5 mitgetheilt

*) Vgl. den Auszug aus dem Geschäftsbericht vom 30. Sept. 1868 — mitgetheilt im Berggeist 1868, S. 378.

**) Der Verfasser hatte bei seiner Bereisung der Bessemerwerke von Rheinland-Westphalen in Oberbilk das unerwartete Glück, der ersten Charge beizuwohnen, zu welcher das Material in dem eben erst aufgerichteten Cupolofen von Ireland umgeschmolzen worden war.

Digitized by Google

und zeigen nur geringe Abweichungen von einander. Auf einem mit Gusseisen umkleideten Sockel erhebt sich der blecherne Mantel, innerhalb welchen der Windcanal, aus gusseisernen Platten zusammengesetzt sich einlegt.

Dieser Windvertheilungsraum ist durch eine ringförmige Platte in 2 Hälften, eine obere und eine untere, getheilt, die bei dem Borsig'schen Ofen durch Windschieber von einander vollständig abgesperrt werden können, doch nur so, dass entweder die unteren 4 Formen allein oder beide Reihen zusammen betrieben werden. Bei dem andern Ofen, Fig. 1 u. 2, sind beide Abtheilungen des Vertheilungsringes mit der Windleitung besonders in Verbindung gesetzt, indem ein Steigerohr mit Absperrklappe in die untere, das andere in die obere Abtheilung mündet und eine vollkommen gegenseitige Unabhängigkeit beider herstellt.*) Die Schachtform ist bei dem englichen Ofen durchaus cylindrisch, während sie in dem Borsig'schen Ofen konisch verjüngt sich zeigt. Beide Oefen haben eine Einschnürung der Schmelzzone und einen erweiterten Eisenkasten, aber die Verhältnisse sind dennoch einigermaassen verschiedene, wie die Zeichnung auf das Deutlichste nachweist.**)

Beide Oefen schliessen sich direkt an die aus ge-

---

*) Die Zeichnung ist in dieser Beziehung leider etwas unvollständig, da in dem Aufriss, Fig. 1, die Lage der Windeinlässe nicht angegeben ist und man kein rechtes Bild der Zuführung bekommt.

**) Die Aufnahme fiel gerade in eine Zeit, wo man versuchte, durch Erweiterung des Kohlensacks über der Schmelzzone und durch Verengung der Gicht zu einer vermutheten grössern Leistungsfähigkeit des Ofens zu gelangen. Zudem hatte auch eine bei dem Betrieb der Ireland'schen Oefen gemachte Erfahrung Antheil an dieser vorübergehenden Aenderung des Profils; man hatte nämlich immer bemerkt, dass genau über der oberen Düsenreihe, d. h. hart an der oberen Rast eine ringförmige Zone des Schachtes stets aufgefressen wurde und glaubte dieser Wirkung vielleicht durch Erweiterung des Profils an dieser Stelle zu begegnen. Man erzielte aber nur eine noch energischere Wirkung des Ofens, so dass die Förmer bei der in Berlin überhaupt eingeführten Eintheilung der Ar-

Digitized by Google

wöhnlichen Steinen gemauerte Esse an und haben eine seitlich angebrachte, verschlossene Aufgebethür.

Bemerkenswerth in construktiver Beziehung ist noch, dass die Mäntel der Oefen mit angenieteten Winkeln zur besseren Auflage der feuerfesten Futter versehen sind und dass die viereckigen Essenmäntel auf eisernen Querbalken liegen.

Der englische Ofen zeichnet sich überdies noch durch einen sehr eleganten Verschluss der Arbeitsthür aus, welche den sogenannten Balkenthüren der gewöhnlichen Stubenöfen gleicht und in jeder neueren Giesserei nachgeahmt zu werden verdient.

§. 78. Cupolofen von Moline.

Identisch mit dem Ireland'schen Ofen erscheint der einem andern Engländer, Moline (von London), 1856 oder 57 patentirte Cupolofen, dessen Guettier im Appendice seines „Traité de la fonderie" p. 390 gedenkt.*) Moline's Ofen ist nach diesem Gewährsmann nichts als ein gewöhnlicher Ofen, der zwei weite, einander gegenüberliegende Formen und oben einen cylindrischen Schacht besitzt, der sich in der Gegend des Windeinlasses zusammenzieht, um sich, dem Boden näher, wiederum zu erweitern. Dadurch bildet sich ein Eisenkasten von 20—40 Cubikf. Inhaltsfähigkeit, je nach den Verhältnissen des Ofens, und der ganze Apparat erscheint aus zwei Cylindern

---

beit kaum im Stande waren, so rasch zu giessen, als der Ofen Eisen spendete.

In neuerer Zeit wird an der ursprünglichen cylindrischen Zustellung festgehalten, mit der einzigen Abweichung, dass die enge Schmelzzone schwach conisch ist, d. h. nach oben sich erweitert.

Ein anderer Fehler der Aufnahme ist die viereckige Gestalt der Düsen in der oberen Reihe, die niemals vorgekommen sein soll.

*) Es ist von Interesse, zu constatiren, dass auch Mallet (a. a. O. S. 230) von diesem Moline'schen Cupolofen spricht, aber dabei dem Guettier'schen Referate folgt und offenbar von dem Mr. Moline in London Nichts Direktes gehört zu haben scheint.

Da Guettier keine weitere Quelle für seine Nachricht angiebt, so ist man gezwungen, der Wahrheit seiner Behauptungen und Angaben zu vertrauen.

Digitized by Google

zusammengesetzt, welche durch einen dünneren Cylinder verbunden werden und mittelst rastartiger Flächen in Form abgestumpfter Kegel in den letztern übergehen.

Man erhält bei gehöriger Wartung, namentlich wenn starke Gichten gesetzt werden und sowohl Eisen als Brennstoff in gleichmässiger Form zum Aufgeben gelangen, eine sehr rasche Schmelzung und leistet weit mehr als mit gewöhnlichen Oefen, indem man gleichzeitig an Brennstoff spart.

Guettier bemerkt hierzu, dass man in Oefen mit cylindrischen Schächten einen ähnlichen Effekt erzielen könne, sobald man nur in starken Gichten arbeitet und auf Grösse und Gleichmässigkeit des Materials ebenfalls das Hauptaugenmerk richtet.

Hiernach wäre also der sorgfältige Betrieb im Stande, dasselbe zu leisten, wie die Ireland'schen Oefen; wir müssen indessen der Aeusserung Mallet's beipflichten, mit welcher er die erwähnte Guettier'sche Bemerkung begleitet — Es sei nicht nöthig, zu wiederholen, dass der Umstand richtig sein kann, nichtsdestoweniger habe man die Zusammenziehung der Cupolofenschächte in der Schmelzzone als eine wirkliche Verbesserung zu begrüssen.

Wir sind der Ansicht und die an verschiedenen Orten gemachten Erfahrungen beweisen dieses auch, dass die Ireland'sche Schachtform durch ihre Einwirkung auf die Vergasung der Kohlen einen Vorzug vor anderen Ofenformen besitzt, der sich hauptsächlich in der Qualität der Produkte geltend macht. Die Einführung gerade der Ireland'schen Oefen bei der Bessemerindustrie in Westphalen und die guten Resultate derselben Oefen in deutschen Eisengiessereien sprechen dafür, dass nicht allein die eintretende Kohlenersparniss die Einführung der Oefen rechtfertigt.

Von Interesse ist, zu erwähnen, dass der von Launay d'Avranches im „Manuel du fondeur" etc. 1827, im 2. Band, Taf. VI., Fig. 1—5 abgebildete fahrbare Cupolofen, von dem bereits §. 62, S. 378 die Rede war, eine Einschnürung der Schmelzzone besitzt, welche an die Ireland'schen Profile erinnert.

Digitized by Google

§. 79. Cupolöfen von G. Hinton.

Den Ireland'schen Oefen sich direkt anschliessend, verdient noch der eigenthümlich gebaute Ofen Erwähnung, den sich George Hinton in Birmingham 1860 patentiren liess. Dieser Ofen ist auf Taf. IX., Fig. 1 im Durchschnitt und Fig. 2 im Grundriss dargestellt.*)

Mallet, welcher diesen Ofen gleichfalls bespricht (a. a. O. S. 257) und dem sowohl Zeichnung als auch andere Details desselben entlehnt wurden, findet keinen Unterschied zwischen beiden Oefen und sagt, dass das früher (1858) ertheilte Patent Ireland's das spätere Patent Hinton's hinfällig mache.

Der Hinton'sche Ofen, in der Schmelzzone ebenso zusammengeschnürt wie der Ofen von Ireland, so dass im Allgemeinen der Oberschacht die doppelte Weite der Schmelzzone hat, besitzt 2 Reihen Formen, welche von einem getheilten Windkasten ausgehen und durch besondere Windzuführungsrohre mit der Hauptleitung zusammenhängen. Ausserdem sind die Formöffnungen in jeder Etage anders gelegt, so dass die der oberen Reihe nach oben gerichtet sind, während die der unteren Reihe mehr abwärts einstechen. Ferner sind in jeder Reihe 4 weitere und 4 engere Formen, mit einander abwechselnd, eingelegt, eine Anordnung, welche müssig ist und keine besonderen Erfolge haben wird.

Was den Ofen noch etwa von dem Ireland'schen unterscheidet, ist die Form der unteren Rast, welche kugelförmig gewölbt werden soll, während die obere Rast einen steilen, abgestumpften Kegel darstellt.

Eine elegante, auf 4 Säulen ruhende Aufgebebühne gestattet den Zugang zur Gichtöffnung, welche den Anfang der konischen Esse bezeichnet.

John Gittoes und derselbe George Hinton liessen sich 1861 einen Cupolofen patentiren, bei wel-

*) Den Figuren der Taf. IX. konnte kein Maassstab beigegeben werden, da die Originale keine Andeutung davon enthielten.

Digitized by Google

chem der äusserliche Mantel iunerhalb circa 12 Fuss Höhe doppelt angeordnet war; der dadurch entstehende ringförmige Raum wird durch verticale Wände in 2 Kammern getheilt, deren jede eine besondere Windzuführung, sowie einen halben Kreis oder mehr an Düsen erhält.

Dadurch wird die Gebläseluft vorgewärmt und ein ökonomischer Vortheil erzielt, wogegen eine Qualitätsverschlechterung des Gusses unvermeidlich ist.

Die Patentträger haben indess noch eine andere Absicht bei ihrer Construktion gehabt, wie aus R. Mallet's Angaben hervorgeht; sie schlagen vor, abwechselnd die eine oder andere Kammer dadurch stark zu erhitzen, dass sie die Ofengase in dieselbe eintreten lassen und dann durch Umstellen des Windes diesen erhitzten Raum zur Winderwärmung benutzen. In welcher Weise die Herren sich die Aufführung ihres genialen Gedankens vorstellen, ist nicht angedeutet; man kann aber auch ohne weitere Angaben das Verfahren als durchaus unzweckmässig beurtheilen und es jedem Industriellen überlassen, abwechselnd die rechte und linke Seite des Cupolofencanals auszuglühen. Die beabsichtigte Ersparniss an Brennstoff geht verloren, denn die Strahlung des erhitzten äusseren Mantels ist zu bedeutend, sobald dessen Innenseite von den Flammen des Ofenschachts bestrichen wird.

Die Anwendung doppelter Blechmäntel ist überhaupt kostspielig und giebt nicht bessere Erfolge, als eine vorsichtig angelegte Isolirschicht zwischen Blechmantel und Schachtfutter eines gewöhnlichen Ofens. Zudem sind gerade bei den energischen Apparaten die Schmelzzonen stets mit stärkerem Futter versehen als die übrigen Theile des Ofenschachtes, die dafür auch immer in niedrigerer Temperatur sich befinden.

§. 80. Blockschmelzofen von G. Hinton.

Eine brauchbarere Construktion liess sich Hinton patentiren, als er 1860 mit Verbesserungen bei der Darstellung von Eisen, Stahleisen und Stahl auftrat, worin auch Verbesserungen bei dem Um-

Digitized by Google

schmelzen starker Stücke von Gusseisen und Stahl eingeschlossen waren.

Es kommt in der That oft genug vor, dass grosse schwere Stücke Ausschuss werden, deren Wiederverwendung stets Schwierigkeiten verursacht, da sie sich eben so schwer zerkleinern, als im Ganzen schmelzen lassen. Ein 15zölliger Mörser von der zur See gebräuchlichen Form, der Cylinder einer starken hydraulischen Presse, der Ambos oder der Bär eines grossen Dampfhammers sind Dinge, die in keinem Cupolofen zu Gute gemacht werden können und auch im Flammofen, der noch dazu auf englischen Giessereien seltener und meist nur zum Zwecke des Geschützgusses vorzukommen scheint, schlechte Resultate geben.

So führt R. Mallet (a. a. O.) an, dass viele 15zöll. Mörser, welche im Auftrage der englischen Regierung gelegentlich des Krimkrieges gegossen worden waren, aus einer dichten Mischung von Blaena- von- und anderem Eisen bestanden und sich bei den Schiessversuchen als untauglich erwiesen, wieder zurückgegeben und umgeschmolzen werden sollen.

Keine Gewalt, selbst die einer 40 F. hoch fallenden Rammkugel von 2 Tons Gewicht, vermochte diese Ausschussgeschütze zu zerbrechen, man zerkleinerte einige derselben schliesslich durch die Anwendung conischer Stahlkeile, die in $1^1/_4$ Z. weite Bohrlöcher eingesteckt und eingetrieben wurden.

Der Kostenbetrag der ersten Versuche der Art war indessen entscheidend und veranlasste die Hüttenverwaltung, die übrigen Stücke unter den Haufen ähnlicher „Bären“ zu begraben, den eine grössere Eisengiesserei stets auf Lager hat.

Dennoch hat man einige Versuche mit der Schmelzung grösserer Massen Roheisen im Cupolofen gemacht, die stets glückten, sobald sie einen handlichen Durchmesser besassen, der ein gewisses Verhältniss zum Ofendurchmesser nicht überschritt. Man hing die Schmelzmassen in einem sonst unbrauchbaren Stück einer starken geschmiedeten Kette auf, so dass sie vollständig vom Brennstoff umgeben waren und senkte sie, so-

Digitized by Google

bald sie sich genügend vorgewärmt zeigten, allmälig in die Schmelzzone hinein, um das Abschmelzen zu beginnen. In solcher Weise war man im Stande, selbst ganze — 5 Tons schwere — Kanonen herunterzuschmelzen.

Alle diese Unbequemlichkeiten soll der Hinton'sche Schmelzofen überwinden, der nach Mallet's Skizzen auf Taf. IX., Fig. 3—5 wiedergegeben ist. Aus denselben ist ersichtlich, dass sich auf dem Boden desselben ein cubischer oder cylindrischer Block von feuerfestem Sandstein befindet, auf welchen der einzuschmelzende Klumpen gelegt wird. Um den unteren Theil des Ofenschachts führen 2 Reihen zahlloser Formen in den Ofen, welche eine höchst energische Verbrennung hervorrufen müssen.

Der ringförmige Windkasten ist wie bei dem grossen Hinton'schen Ofen getheilt, und in jedem dieser Theile mit der Hauptwindleitung besonders verbunden.

Ein Eisenkasten ist nicht vorhanden und scheinen die zahlreichen Abstichöffnungen nicht dazu bestimmt, während des Schmelzens verschlossen zu sein; die durch dieselben ausbrechenden Flammen lassen das geschmolzene Roheisen im heissflüssigsten Zustand aus dem Ofen treten und die Stiche nicht zufrieren.

Als eine wünschenswerthe Verbesserung bei diesem Ofen sieht Mallet eine passende Befestigung des Eisenklumpens an, um dem während des eventuell ungleichförmigen Abschmelzens fortwährend sich verändernden Schwerpunkt jeden Einfluss zu nehmen.

Eine andere Verbesserung bestände in dem Aufsetzen eines oder mehrerer ziegelgefütterten blechernen Ringe, um den Zug und die Concentration der Hitze zu vermehren, in der Art, wie man auf der Calebasse der Taf. I. (Fig. 8—10) oder dem Tiegelofen (dieselbe Tafel, Fig. 6 u. 7) einfach blecherne Rohre aufsteckt.

§. 81. Die Cupolöfen von Mackenzie.

Die Schachtform der Ireland'schen und Hinton'schen Oefen wird oft mit einer anderen Windführung in der Art combinirt, dass eine von den bisherigen Cupolöfen durchaus verschiedene Construktion entsteht. Der Windzulass findet statt, indem an Stelle

Digitized by Google

der unteren Rast ein Vorsprung sich befindet, hinter dem durch einen rings um den Ofen gehenden Schlitz der Wind in das Innere des Schachtes tritt.

Besonders einfach stellt sich diese Disposition dar in dem seit einigen Jahren in Amerika patentirten und auch dort vorzugsweise verbreiteten Mackenzie'schen Ofen, der füglich als Repräsentant dieser Sorte gelten kann.

Der Mackenzie'sche Ofen, von dem eine Skizze nach Mallet's Uebertragung*) einer Mittheilung aus dem Engineering, sich auf Fig. 6 u. 7 der beifolgenden Taf. IX. befindet, besitzt einen im Wesentlichen cylindrischen Oberschacht, der nach unten zu in eine Rast übergeht.

Das untere Ende der letzteren bildet einen scharf abbrechenden Vorsprung, der, auf einem Ringe von Winkeleisen ruhend, von der oberen Kante des Eisenkastenfutters so weit entfernt ist, dass der hinter der Rast liegende Windkasten seinen Inhalt durch diesen Schlitz in das Ofeninnere treten lassen kann.

Der Boden des Ofens ist in der Originalzeichnung von Mallet ganz fortgelassen worden und es steht der ganze Apparat auf 3 Fuss hohen eisernen Säulen. Jedenfalls wird während des Betriebes der Ofen durch eine in Charnieren oder Coulissen bewegbare Bodenplatte, die in passender Weise gegen das Verbrennen geschützt ist, geschlossen und so das Reservoir des Ofens hergestellt.

Ueber der Gichtenthür zieht sich die Ofenmauerung kegelförmig zusammen und geht schliesslich in die Essenweite über. Das Futter ist nur eine Ziegelbreite stark und der ganze Apparat überaus einfach ausgestattet. Das einzige Bedenkliche nach Mallet (ein Einwand, den jeder vorsichtige Praktiker machen wird) ist, dass der continuirliche und gleichmässige Windeintritt gestört wird, sobald sich durch irgend welche Betriebsnachlässigkeit Schlackenansätze am Ende der Rast bilden und in den Windstrom hineinhängen. Eben so ist ein Uebersteigen des gesammelten Eisens über

*) A. a. O., S 258 u 259.

Digitized by Google

sein Niveau hin weit gefährlicher, als bei jedem anderen Ofen, denn sobald das flüssige Metall die eiserne Verbindung und Verstärkung des unteren Rastendes berührt, ist deren Haltbarkeit, so wie deren spätere Brauchbarkeit (selbst im Fall zeitiger Abhülfe) zu Ende und der Windzulass nur noch ein ungleichmässiger.

Der Vorzug des Ofens, der sich in einem relativ sehr geringen Cokesverbrauch des Apparates kundgiebt, besteht lediglich in der Anwendung des gleichförmig um den ganzen Ofen gehenden Windschlitzes und dieser Vorzug hört auf wirksam zu sein, sobald die Continuität desselben durch ein ungleiches Ueberschlacken und Abschmelzen der Rastfläche gestört wird. Dennoch, trotz dieser Empfindlichkeit, hat der Apparat in Nordamerika rasche Verbreitung gefunden, wie denn auch schon Mallet die Resultate zweier grosser Giessereien berichtet, welche den Ofen benutzen.

In neuester Zeit sind bei dem Umbau und der Vergrösserung der Pennsylvania Steelworks zu Baldwin-Harrisburg (Pennsylvanien) 4 Mackenzie'sche Oefen (Nr. 6) zum Einschmelzen der Bessemerchargen construirt und 3 davon bereits ausgeführt*); man kann hieraus auf die Anwendbarkeit dieses Ofensystems schliessen und wundert sich nicht, dass täglich der Ofen durch amerikanische Zeitungsannoncen und Notizen empfohlen und angezeigt wird.**)

§. 82. Der Krigar'sche Cupolofen.

Eine ganz exceptionelle Stellung nimmt der Cupolofen ein, der in England unter dem Namen des Krigar & Eichhorn'schen Patentes bekannt und zuerst im Engineer 1867 (2te Hälfte) S. 456 beschrieben und abgebildet ist. Die Erfindung ist eine deutsche, denn sie wurde zuerst von Heinrich Krigar, Mitbesitzer der Eisengiesserei von Krigar & Ihssen bei Hannover

*) Vgl. die Notiz im Mech. Magazine (Vol. 89, 1868, S. 354) über den Umbau und die Disposition der Pennsylvania Steelworks.

**) American Journal of Mining, Scientific American, a. a. O.

Digitized by Google

in dieser Anstalt angewendet und später erst in England und anderwärts patentirt. Auch in den vormals Egestorff'schen Werkstätten zu Linden bei Hannover wird seit 1868 ein solcher Ofen, doch etwas abgeändert, zur Darstellung von Gusswaaren bei der Locomotivenfabrikation betrieben und es soll sich dieser Apparat überhaupt durch Ersparniss an Brennmaterial vor anderen Cupolöfen auszeichnen. Neuerdings, wie im II. Band ausgeführt ist, sind die Krigar'schen Oefen sehr verbreitet und kommen bei den meisten neueren Anlagen vor.

Die auf Taf. IX., Fig. 8 u. 9 befindlichen Skizzen des Apparates sind der oben bereits citirten Notiz des Engineers entnommen, die sich auf den damals einzigen Apparat dieser Art in England hauptsächlich beziehen, nämlich einen Ofen in der Hope foundry der Herren Whitley in Lambeth. Dieser Ofen ist nur klein und auf eine Produktion von höchstens 30 Ctr. pro Stunde berechnet, indessen erläutert er die Eigenthümlichkeiten der Construktion ganz eben so gut, als ein grösserer Apparat.

Ein rectangulärer Oberschacht mit einer leichten Rast auf 2 oder 4 Seiten ragt in einen ebenfalls rectangulären aber ziemlich langgestreckten Eisenkasten hinein, der mit dem Oberschacht einerlei Breite, aber eine weit grössere vorherdartige Länge besitzt.

Der Wind wird diesem weiten Raum durch zwei Rohre *B* zugeführt, die mit einer Klappe versehen sind und verbreitet sich in einem theils ummauerten, theils nur mit dem Blechmantel des Ofens abgeschlossenen Raum B_1 B_1, aus dem er in der Richtung der Pfeile durch 2 schmälere Oeffnungen oder Schlitze vor und hinter dem Schachtfutter, in den länglichen Eisenkasten tritt. Von dort aus dringt er im Schacht aufwärts und fördert, stark vorgewärmt, die Verbrennung und Schmelzung. Der Vorherd des Eisenkastens ist mit einer gefütterten Thür in seiner ganzen Breite verschlossen worden, wie aus dem Querdurchschnitt Fig. 9 und dem Längsdurchschnitt Fig. 8 sich vorzugsweise ergiebt. In dieser Thür befinden sich die Abstiche *T* für das

Digitized by Google

Eisen, *S* für die Schlacke, beide mit Rinnen versehen und sowohl übereinander, als auch auseinander gerückt, um sich im Betrieb nicht zu hindern. *D* ist eine verschliessbare Oeffnung, um den Gang des Schmelzens beobachten zu können und im oberen Theile der Vorthür angebracht. Der Hinterherd ist mit einer grösseren Oeffnung D_1, ebenfalls zum Observiren, aber auch zum Nachhelfen und Ausarbeiten bestimmt, versehen und diese mit einem feuerfesten gefütterten Deckel hermetisch verschlossen.

Der Boden *F* ist mit Lehm oder Masse ausgeschlagen, in der Zeichnung wagrecht abgestrichen und nur an den senkrechten Wänden mit einer gebrochenen Kante versehen; in der Praxis dürfte es sich empfehlen, dem Boden von hinten nach vorn eine leichte Neigung von 2—3 Z. zu geben, um eine reinere Arbeit zu haben.

Noch ist zu bemerken, dass der rechtwinklige Schacht in einem runden Ofenmantel eingebaut und nur der Untertheil des Ofens auch äusserlich in seiner Armatur vollkommen rechtwinklig erscheint.

Der Zwischenraum zwischen Schachtfutter und Mantel wird wohl am Besten durch eine lockere Substanz hergestellt, eine Art Isolirungsschicht von Masse und Cinders, die hinreichende Beweglichkeit besitzt, um die Differenzen der Ausdehnung von Futter und Mantel in sich selber auszugleichen.

Bei dem Ofen der Herren Krigar & Ihssen in Hannover ist die praktische Einrichtung getroffen, dass auf der Vorderseite des Herdes nur der Stich und das kleine Visir, auf der Rückseite dagegen die grosse Ausräumöffnung und Arbeitsthür sich befindet, in welcher man event. auch das grössere Visir des Whitley'schen Ofens anbringen kann.

§. 83. Da dieser Ofen so vollkommen von allen bisher beschriebenen abweicht und gleichzeitig über die wenig bekannt gewordene Wirkungsweise des Mackenzie'schen Ofens Aufschluss geben kann, sei es gestattet, dem nächsten Abschnitt vorgreifend, seine Haupt-

Digitized by Google

prinzipien, auf die sich ja doch die Construktion gründet, nach bester Quelle darzulegen.

Durch die eigenthümliche Art der Windzuführung wird zunächst eine grosse Berührungsfläche zwischen der Gebläseluft und den glühenden Cokes hergestellt, die an sich die Veranlassung zu einer sehr vollkommenen Verbrennung ist und eine rasche Temperatursteigerung zur Folge haben muss.

Demnächst findet im Verlauf des Betriebes eine sehr starke Erwärmung des Windes im Apparat selbst statt, deren Effekt sich von der einer Erwärmung in gewöhnlichen Apparaten ausserhalb des Ofens wesentlich unterscheidet; man hat wenigstens bei dem Betrieb des Krigar'schen Ofens nicht die Nachtheile verspürt, die im Cupolofenbetrieb mit heisser Luft sich anderwärts ergeben hatten.

Die unmittelbaren Resultate dieser Vorgänge im Ofen zeigen sich zunächst in einem sehr hohen Flüssigkeitsgrad des Roheisens, der es also gestattet, diesen Ofen zum Eisengiessereibetrieb bei seinen delikatesten Aufgaben zu benutzen. Das für den Besitzer solcher Anstalten wichtigste Resultat ist aber die bedeutende Ersparniss an Brennmaterial, welche bis 35 Proc. des sonstigen Verbrandes betragen kann. So werden beispielsweise in der Krigar'schen Giesserei selbst 50 Pfd. westphälische Cokes auf 8 Ctr. Roheisen gegeben, ein Satz, der in ökonomischer Beziehung der sparsamste ist, den man sich denken kann. Dabei geht der Betrieb rasch von statten, der Gichtenwechsel ist lebhaft und es werden in derselben Giesserei, wie oben citirt, 50—70 Ctr. Eisen in einem nur 30 Z. weiten Ofen pr. Stunde niedergeschmolzen.

Ein weiterer Vortheil, der in einer stark mit Leuten besetzten Giesserei namentlich von Wichtigkeit ist, liegt darin, dass man vor dem Ofen keine weiteren Arbeiten als Abstechen und Zumachen auszuführen hat und dass das Formenputzen vollständig wegfällt.

Nach Vergleichung mit anderen gleichviel leistenden Apparaten spart man einen Schmelzer vollständig.

Digitized by Google

Das Aufgeben grosser Stücke findet ohne Hinderniss statt, denn in Hannover werden bis 2 Ctr. grosse Klötze ohne Schaden mit durchgesetzt.

Es lässt sich schliesslich jeder gewöhnliche Cupolofen ohne grosse Beschwerlichkeit in einen Krigar'schen umwandeln, ein Umstand, der viel dazu beitragen dürfte, die Einführung zu befürworten und diesen nützlichen Apparat mehr zu verbreiten, als es zur Zeit der Fall ist.

§. 84. Cupolöfen von Bocard, Woodward und Zintgraff.

Als Beschluss der Reihe ausgezeichneter Beispiele für den Cupolofenbetrieb, wie sie hier vorgeführt worden ist, möge die Erwähnung einiger Apparate Platz finden, die von weniger grosser Wichtigkeit sind, sich aber doch hier und da bereits erwähnt und mitgetheilt finden.

Dem Mackenzie'schen und Krigar'schen Ofen schliesst sich der Bocard'sche Cupolofen an, welcher ein bewegliches Gestell besitzt, das in dem als Windkasten dienenden gusseisernen Sockel des Ofens auf Schienen steht, um bei der Ausbesserung des Eisenkastens leichter entfernt werden zu können. Eine Profilzeichnung dieses Ofens findet sich in Kerl's „Metallurgie", Vol. III., Taf. IV, Fig. 100, aus welcher die kostbare, nicht gerade empfehlenswerthe Einrichtung hervorgeht.

Andere Dispositionen entstehen, wenn vom gewöhnlichen Arbeitsgange abgewichen wird; wenn z. B. die Windführung cassirt und anstatt dessen ein natürlicher Zug eingeführt wird; ferner, wenn die Vorbereitung der Brenn- und Schmelzmaterialien in anderer Weise bereitet wird und man zum Betrieb der Cupolöfen Flammenfeuer von rohen Kohlen anwendet, die innerhalb des Ofenraums in Cokes verwandelt werden.

Ausser dem Zintgraff'schen Zugcupolofen, den auch Kerl (Vol. III., S. 357) erwähnt, sind Cupolöfen mit natürlichem Luftzug selten in Anwendung, weil sich diese in nur engen Grenzen bewegen. Auf

Digitized by Google

der Königin Marienhütte ist ein ganz kleiner Cupolofen mit Esse, ausnahmsweise ohne Gebläse, betrieben worden; die Resultate desselben waren gut, quantitativ indess viel zu unbedeutend, um weitere Beachtung zu verdienen.

In neuester Zeit sind in England Versuche gemacht worden, ohne Gebläse zu arbeiten, über welche das „American Journal of Mining" (1868, p. 1) Nachricht giebt, der ich folgende Details entlehne; für deren Correktheit ist natürlich nur der Referent jenes Journals verantwortlich.

Die Herren Woodward Brothers von Queenfoundry, Ancoats, Manchester, haben bis jetzt mehr als 60 Cupolöfen errichtet mit geschlossener Gicht und Ladethüren und versehen mit einem engen eisenblechernen Schornsteinrohr, das sich nach der Seite öffnet.

Ein Dampfstrahl wird durch dieses Rohr geführt zum einzigen Zweck, etwas Zug hervorzubringen. Maschinen, Ventilatoren oder andere Blasevorrichtungen sind vollständig überflüssig. Die meisten dieser Cupolöfen sind seit April 1865 in Thätigkeit, und unter den Firmen, welche die neue Betriebsweise adoptirt haben, erübrigt es, nur die ausgezeichnetsten hervorzuheben, um die Wichtigkeit des Fortschritts zu kennzeichnen. R. Stephenson & Co., MM. Galloways in Manchester, Beyer, Peacock & Co., Dobson & Barlow (Bolton), Manchester Steel & Plant Co., Jack & Co. (Liverpool) und viele andere sind im Besitz des neuen Apparates.

Die Norton Eisen-Compagnie, deren Oefen bei Stockton on Tees liegen, giebt an, dass in ihren Cupolöfen ein Ton Roheisen mit 1 Ctr. Cokes niedergeschmolzen wird, während es bekannt ist, dass gewöhnlich $1^1/_4$ Ctr. Cokes, bei kleinen Güssen sogar $1^1/_2$—$1^3/_4$ Ctr. pro Ton Roheisen verbraucht werden. Der Kohlenconsum unter dem Dampfkessel, um den Dampfstrahl hervorzubringen, ist circa 1 Ctr. pro Ton ungeschmolzenes Eisen und besteht häufig nur aus dem billigsten Abfall, 4—6 mal weniger werth als

Digitized by Google

Cokes. Die Leistung beträgt circa 15 Ctr. pro Stunde und auf je 1 Fuss äusseren Durchmessers, obwohl mit mehr Dampf auch ein grösserer Umfang dem Betrieb gegeben werden kann.

Es ist angeführt worden, dass der Eisenguss aus einem Dampfstrahlofen um Vieles härter sei, als der aus einem gewöhnlichen Gebläseofen; doch sind darüber noch keine positiven Erkundigungen eingezogen worden.

Die Herren Hopkins, Gilkes & Co. haben zwei Woodward'sche Oefen nach Madras gesandt, um das Material für die contraktlich der Madras-Eisenbahngesellschaft zu liefernden 10,000 Tons gusseiserner Schienenstühle niederzuschmelzen.

Eine ältere Notiz über den Dampfcupolofen von Woodward findet sich in Dingler's Journal, 179. Bd., S. 150, und daraus in der Kerl'schen „Berg- und Hüttenmänn. Zeitung" von 1866, S. 44 und 126 mit einer Abbildung auf Taf. III. Das Profil des Ofens verengt sich in der Windeinlassgegend, während es darüber wie darunter etwas weiter ist und darin also dem Profil des Ireland'schen Ofens ähnelt. Die Luft tritt durch 7 Oeffnungen mit eisernem Futter in den Ofen ein, während in dem vorn aufsitzenden Essenhut ein Dampfrohr ausbläst und den Zug hervorruft.

Die Gichtenthür ist geschlossen und mit einem Fülltrichter versehen, der die Materialien aufnimmt, ehe zur Aufgabe geschritten wird; auf eine gleichmässige Vertheilung kann natürlich keine Rücksicht genommen und demzufolge können auch nicht solche Resultate erwartet werden, als mit dem Ireland'schen Cupolofen erzielt sind. Beim Anblasen wird indess eine zweite Reihe Düsen von rundem Querschnitt in der oberen Zone des Schmelzraumes benutzt, die beim Betrieb selbst verstopft werden können.*)

*) In dem Werke von Ferdinand Kohn: Iron and Steel Manufacture: a Series of Papers on the Manufacture and Properties of Iron and Steel etc.; London 1869 finden sich Taf. XIV. u. XIV. *a* die Cupolöfen von Woodward ausführ-

Digitized by Google

§. 85. Cupolöfen von Daelen und Freudenthal.

Unter den Cupolöfen, die mit rohem Brennstoff betrieben werden können, nimmt der der Herren Daelen & Freudenthal eine hervorragende Stelle ein. Ohne gerade die Illusionen in Betreff der allgemeinen Brauchbarkeit eines solchen Apparates zu theilen, oder eine so bedeutende Vermehrung der Anlagekosten eines Giessereischmelzofens gutzuheissen, kann man zugeben, dass an Orten, wo sich reine, aber etwas theure Steinkohle vorfindet, ein solcher Ofen von praktischem Werth sein dürfte. Diese Ausnahmestellung hört natürlich auf, sobald die alle bedeutenden Produktions- und Consumtionsgegenden mit einander verbindenden Eisenbahnnetze vollständig ausgebildet sind und die natürliche, d. h. ökonomisch begründete Lage der einzelnen Industriezweige endgültig bestimmen.

Bei dem Daelen'schen Ofen erhebt sich über dem mit 3 Düsen versehenen cylindrischen Gestell des Ofens ein viereckiger, oben mit einem verschiebbaren Deckel verschlossener Flammenschacht. In diesen Flammenschacht münden von links und rechts her 2 Räume zur Aufnahme von Steinkohlen; dieselben bestehen in ihrem Obertheil ebenfalls aus viereckigen, obenhin etwas verjüngten aufrechten Schächten und sind nach unten durch einen gewölbten Fuchs auf schiefer Fläche mit dem Hauptschacht in Verbindung gesetzt. Etwas über der Einmündung dieser beiden,

---

lich abgebildet. Namentlich ist auf die Darstellung der allgemeinen Anordnung und Disposition Rücksicht genommen und auf Taf. XIV. *a* eine sehr elegante Anlage vorgeführt worden. Die auf den Taf. XIII. u. XIV. abgebildeten Cupolöfen von Ireland und Mackenzie erscheinen nur als Nebensache und es musste hiernach angenommen werden, dass die Woodward'schen Oefen die einzigen Apparate seien, welche auf der Höhe der Zeit stehen.

Die Oberflächlichkeit und der Mangel an Kritik jedoch, der das Kohn'sche Buch eben so kennzeichnet, wie der Glanz der äusseren Ausstattung — lassen die Sache in anderem Lichte erscheinen.

Digitized by Google

zur Verkohlung der rohen Steinkohlen bestimmten Nebenschächte führt aus dem Flammenschachte eine grosse gewölbte Oeffnung nach dem hinten liegenden Eisenschacht, dessen unterer Theil gleichfalls einen schiefen Boden besitzt, auf dem die durch den Flammenzug stark erhitzten Roheisenstücke in den eigentlichen Schmelzschacht gleiten. Ueber dem Eisenschacht befindet sich die cylindrische Esse mit der Aufgebethür für das Schmelzmaterial, während das Brennmaterial rechts und links neben dem Essensockel in abgemessenen Quantitäten aufgegeben wird.

Um dasselbe leicht zu verbrennen, münden in den beiden Schächten dicht unter dem Deckel der oberen Mündung breite Windzulässe, welche von einer Abzweigung der Hauptleitung gespeist werden und besondere Drosselklappen besitzen. Der ganze mächtige Obertheil des Ofens, gleich dem Gestell in einem gusseisernen Mantel eingeschlossen, ruht auf einem durch 4 starke gusseiserne Säulen getragenen System gekreutzter Eisenbahnschienen.

Von Interesse ist eine Mittheilung im Engineer 2. Hälfte von 1867, S. 457 von Robert F. Mackenzie, über die ökonomische Verwendung von Holzkohle im Cupolofen, in welcher er vorchlägt, aus einem besonderen Reservoir dünne Strahlen von Steinöl, rohem Petroleum in die Düsen einlaufen zu lassen, welche mit der Gebläseluft ins Innere getrieben, einen Minderbedarf an Holzkohlen veranlassen. Letztere wirken nur als „Dochte“ und verbrennen weniger rasch. Das Petroleum, welches dazu angewandt werden soll, ist nach Mackenzie's Versicherung frei von Schwefel und todten Gasen und kann durch denselben bezogen werden.

§. 86. Aeltere Cupolofenconstruktionen nach Karsten, Wiebe und Kerl.

Ausser den in den §§. 45—85 geschilderten Beispielen von Cupolöfen ist es leicht, noch mehrere anzuführen; indessen repräsentiren die erwähnten Construktionen das Beste und Bewährteste in den verschiedenen örtlichen Verhältnissen.

Digitized by Google

Die Wandlungen im Begriff des Giessereischachtofens sind sämmtlich vertreten; in der Betriebsführung lassen sich noch eher charakteristische Unterschiede nachweisen, denn nicht immer entspricht einer Aehnlichkeit der Schachtfigur eine Aehnlichkeit im Betriebe, und es ist dies der sicherste Beweis dafür, wie wenig noch für die zweckmässige Construktion eines normalen Cupolofenschachtes geschehen ist.

Ehe ich dazu übergehe, die nächste Klasse von Oefen, die Flammöfen, nach Bauart und Construktion zu besprechen, füge ich den Beispielen noch einige zu, welche den Werken von Karsten, Wiebe und Kerl entnommen worden sind.

Karsten bildet in seiner „Eisenhüttenkunde" (Atlas, Taf. XII., Fig. 8—10) eine mit Winderwärmung versehene ältere Cupolofenanlage ab, welche aus einem Ofen mit 3 übereinanderliegenden, an der Rückwand eintretenden Formen besteht, der einen verstellbaren, ziemlich complicirten Düsenapparat besitzt. Der Winderwärmungsapparat besteht aus 4 vertikalen Röhren, die mit Krümmlingen verbunden sind und dicht neben einander in der Esse hängen. Eine ähnliche Anlage von der Gleiwitzer Hütte ist Taf. XIII., Fig 1—5 dargestellt*), wo ebenfalls ein Winderwärmungsapparat in den Flammen der Gicht hängt und doppelt, d. h. für zwei neben einander befindliche Oefen vorhanden ist. In beiden Fällen sind die Winderwärmungsapparate als Hauptsachen behandelt, doch auch die übrigen Details hinreichend deutlich dargestellt, um wenigstens die fehlerhafte Anordnung beider Betriebsvorrichtungen erkennen zu lassen.

Auf Taf. XXII. sind Fig. 13*a* u. *b* und 14*a*. *b*. *c*.

---

*) In Valerius' Roheisenfabrikation, deutsch von Hartmann 1853, findet sich die Zeichnung einer ältern Gleiwitzer Anlage, die einer ältern Ausgabe des Karsten'schen Werks vermuthlich entlehnt ist, bei der aber jede genauere Bezeichnung fehlt. Die Fehler dieser Anordnung sind die nämlichen, wie oben und kommen wie diese bei der Discussion der allgemeinen Betriebsdispositionen zur ausführlichen Besprechung.

Digitized by Google

Cupolöfen abgebildet, die sich in nichts Wesentlichem von der auf Taf. III., Fig. 16. 17 dieses Werkes gegebenen Skizze eines Berliner älteren Cupolofen unterscheiden.

Dagegen geben die Fig. 16 *a*) *b*) *c*) die Zeichnung eines grossen Cupolofens mit achteckigem Mantel; die Seiten desselben werden durch 7 Stück umgelegte eiserne Anker zusammengehalten und der Ofen hat einen ziemlich bedeutenden, nach unten sich erweiternden Durchmesser. Diese schlechte Construktion wird durch die Anlage von 6 verschiedenen Formniveaus und durch einen cylindrischen Aufsatz zur Steigerung des Satzes nicht verbessert, sondern bleibt deswegen in ökonomischer wie technischer Beziehung äusserst unvortheilhaft. Nach den im Text des III. Bandes S. 322 gemachten Angaben stammt dieser Ofen aus einer Giesserei zu Rouen und ist sowohl nach Nationalität als auch nach Profil und Windzuführung den auf Taf. VI., Fig 5—10 dieses Werkes gegebenen Oefen aus Guettier's Handbuch an die Seite zu stellen.

§. 87. In dem bereits mehrfach citirten Wiebe'schen Werke*) wird auf Taf. XVIII. eine Ofenanlage abgebildet, welche mit einer grossen Dammgrube in Verbindung steht und unsers Wissens auf der Eisengiesserei von F. A. Egells in Berlin errichtet ist.

Die dortigen Oefen sind zu Abstichen von je 300 Ctr. eingerichtet und besitzen folgende Construktion. Das Innere des Cupolofens bildet einen abgestumpften Kegel, der an der Sohle 4 F. 4 Z., an der Gicht 3 F. 2 Z. im Durchschnitt hält und 8 F. hoch ist. Die Düsen liegen in 2 Vertikalreihen zu 4 Formen an beiden Seiten des Ofens; die vertikale Entfernung zweier übereinanderliegenden Düsenöffnungen ist 15 Z.

Der Ofen fasst in dem Raum unter der obersten Düsenreihe gegen 300 Ctr. geschmolzenes Roheisen und die Zuführung des Windes geschieht durch eine

*) Die Maschinenbaumaterialien und deren Bearbeitung etc. von F. C. H. Wiebe. Stuttgart, Maecken. Die obigen Angaben sind S. 496 §. 87 ff. entnommen.

Digitized by Google

unterirdische Windleitung, aus welcher Standröhren jederseits emporsteigen; in diese sind, mittelst Stopfbüchsen gedichtet, Knieröhren eingeschoben, an deren äusserster Mündung ein Lederschlauch mit der Düse befestigt wird. In dem Maasse, als das Niederschmelzen und Sammeln des Roheisens erfolgt, kann man das Knieстück mit dem Schlauch und der Düse weiter hinausziehen und diese in eine der höher gelegenen Oeffnungen einlegen. Die Knieröhren haben rückwärts liegende, mit Visiren versehene Stutzen, durch welche man den Gang des Schmelzens beobachten kann.

Der Ofenmantel trägt oben eine ringförmig auskragende Gichtplatte von Gusseisen, auf welcher ein geräumiger glockenförmiger Rauchmantel, in einen engeren Essenstutz übergehend, ruht.

In diesem Rauchmantel ist eine Aufgebethür eingerichtet und der Essenstutz trägt eine blecherne Esse, welche den Rauch des Ofens in hinreichender Höhe befördert, um nicht lästig zu fallen.

Dabei ist der Ofenmantel aussen achteckig und es werden die Mantelplatten durch schmiedeeiserne Bänder zusammengehalten.

Auf Taf. XIX. desselben Werks giebt Wiebe noch die Zeichnung eines andern, in der Eisengiesserei von Freund in Berlin arbeitenden Cupolofens nach der Aufnahme in den Zeichnungen der Hütte.

Der Fassungsraum (von 90 Ctr.) ist cylindrisch und der Schacht verengt sich von der obersten Form nach der Gicht hin von 3 F. 9 Z. auf 1 F. 10 Z.

Die Höhe des Ofens beträgt:

von der Herdsohle zur Mitte der untersten Form	3 F.	$3^1/_2$ Z.
von da zur Mitte der mittleren Form	— „	$8^3/_4$ „
von da zur Mitte der obersten Form	— „	$8^3/_4$ „
von da zur Gicht	5 „	3 „
zusammen mithin	10 F.	

Der Mantel ist von Blech zusammengenietet und trägt oben eine Deckplatte, über welcher sich die Oeffnung zum Aufgeben der Gichten befindet; 4 F. 9 Z.

Digitized by Google

unter der Unterkante dieser Oeffnung liegt die Plattform der Aufgeber (Wiebe sagt irrthümlich: des Schmelzraums).

Auf Taf. XIX., Fig. 2*a* u. *b—c* ist der Ofen aus Rouen dargestellt, den auch Karsten abbildet; Fig. 3*a—b*, 4*a—b* stellen kleinere Oefen dar, welche den von Karsten Taf. XXII. Fig. 13, 14 abgebildeten entsprechen.

Fig. 5*a. b. c. d.* ist der Ofen aus der Königl. Eisengiesserei zu Berlin dargestellt, der in diesem Werke Taf. III., Fig. 10—13 abgebildet ist. Taf. XX. giebt in der grössten Ausführlichkeit den von uns auf Taf. VII., Fig. 1 abgebildeten grossen Dirschauer Ofen und Taf. XXIV., Fig. 4*a. b. c.* den soi-disant Ireland'schen Ofen ohne Angabe des Betriebsortes.

Eine Kritik der Leistung und der Construktion vermisst man bei den Mittheilungen von Wiebe durchaus; die Darstellung ist eine rein objective.

§. 88. Aus der metallurgischen Hüttenkunde von Bruno Kerl sind schliesslich als aus dem neuesten Werk noch die Cupolöfen von Wasseralfingen und Neuberg anzuführen. (Vgl. Taf. III., Fig. 94 u. Taf. IV., Fig. 96 in den Abbildungen des III. Bandes der 2. Ausgabe.)

Beide Apparate sind für Cokes eingerichtet, aber von etwas veralteter Schachtform, die indess, durch lokale Verhältnisse vielleicht begünstigt, gute Resultate geben kann.

Der Ofen von Wasseralfingen besitzt einen nach oben schwach verjüngten cylindrischen Schacht, jederseits Formen übereinander und ist augenscheinlich dazu bestimmt, Roheisen anzusammeln.

Am Boden ist er 25 Z. weit (Würtemberg. Maass) und hat 15 Z. über der Bodenfläche das erste Formniveau, in 30 Z. Höhe das zweite und in 45 Z. Höhe das dritte Niveau; die Totalhöhe des Schachtes beträgt 8 F. bis zur untern Kante der Aufgebethür, welche sich in einem weiten Oberbau befindet, der zur Aufnahme des Winderhitzungsapparates bestimmt ist. Der letztere ist nach dem Princip der Hosenrohre an-

Digitized by Google

geordnet und besitzt deren 2 Reihen, welche beide von zwei nochmals längs getheilten Windkästen an aufsteigen und den Wind zuerst durch die äussere, dann durch die innere Reihe streichen lassen. Die Esse zum endlichen Abzug befindet sich der Zeichnung nach an der Seite der Aufgebethür gegenüber.

Der Neuberger Ofen ist unten cylindrisch, nach oben sich verjüngend und präsentirt kein empfehlenswerthes Profil, da bei der grossen Weite von 4 F. die Höhe von zusammen 7 F. 8 Z. nur gering erscheint. Dabei bläst der Ofen mit 12 Formen in 4 Niveaus und ist augenscheinlich zum Sammeln grösserer Mengen eingerichtet. Die ganze construktive Seite des Apparats ist ungeschickt und plump, die Zustellungsmaterialien, wie auch die eisernen Armaturtheile in nicht zu rechtfertigender Weise verschwendet. Ein kolossales Abzugskreuz unter einer eisernen Bodenplatte ist eine weitere ungehörige und für einen so leicht reparirbaren Ofen durchaus überflüssige Zuthat, die in der primitiven Disposition des Schmelzraumes nur Platz gekostet und keine Besserung bewirkt hat.

Der von Kerl ebenfalls abgebildete Bocard'sche Ofen (Taf. IV. des III. Bandes Fig. 100) schliesst sich seinem Construktionsprincip nach eigentlich an die Oefen von Mackenzie, Krigar und Eichhorn an, insofern er ohne Düsen arbeitet und das Ofengestell am Schacht durch einen ringsherum gehenden Schlitz getrennt ist, der dem Wind den Einlass gestattet. Dadurch, dass der ganze Ofenoberschacht auf einem geschlossenen gusseisernen Unterbau ruht, ist er an dem innerhalb des Unterbaus fest aufgehängten, von aussen durch eine Versetzthür zugänglichen Gestelle unabhängig gemacht und bietet eine zwar zweckmässige, aber etwas complicirte und theuere Einrichtung.

§. 89. Cupolofen von Thomas.

In neuerer Zeit ist das bereits bei dem grossen Cupolofen der Königin Marienhütte bei Zwickau angewandte Princip der Wasserkühlung in umfänglichster Weise angewandt worden. John Thomas von New-

Digitized by Google

castle a/T. veröffentlicht im Mechanics Magazine, Vol. 90 (1869 erste Hälfte) die Zeichnung und Beschreibung einer Schachtofenzustellung für alle möglichen metallurgischen Zwecke, unter welchen auch der Betrieb der Hohöfen und der Cupolöfen erwähnt ist. Die Zeichnung selbst scheint sogar ganz speciell die Anwendung des Princips auf einen Giessereicupolofen darzustellen.

Im Fundament der Oefen ist ein viereckiger ringförmiger Kasten von Gusseisen eingebaut, der 4 lange Stutzen an den Ecken besitzt, auf die alsdann 4 hohle Säulen aufgeschraubt sind, die bis unter den Essenmantel reichen und diesen mittelst eines viereckigen Rahmens tragen.

In der enstprechenden Höhe sind an die Säulen Consolen angegossen, welche den eisernen viereckigen Mantel des Oberschachtes tragen. Dadurch, dass diese Mantelplatten unten einen breiten Vorsprung besitzen, wird das Oberschachtfutter gleichfalls von den Säulen getragen. Dasselbe ragt in den Essenmantel bis an die Oberkante der Aufgebethür empor und ist aus feuerfestem Material angefertigt.

Der Eisenkasten wird von 3 Kühlungskästen von Gusseisen oder Blech gebildet, die innen nur schwach, d. h. mit einer Steinstärke ($4^1/_2$ Z.) verkleidet sind. Auf diesen stehen 4 höhere Kästen, welche nur mit einem feuerfesten Chamotteüberzug ($1^1/_2$ Z.) versehen sind und zu diesem Zweck auf die Innenseiten angegossene Zapfen oder Haken besitzen, wie die Armaturplatten der Lehmförmerei.

Diese beiden Lagen von Kästen werden von dem in den Säulen aufsteigenden Wasserstrom gespeist und sind durch schwache Röhren (mit Hähnen) mit denselben verbunden. Das Wasser wird dem im Fundament liegenden Hauptkasten mit solchem Drucke zugeführt, dass es bis an das obere Ende der Säulen zu steigen vermag, aus denen natürlich die Luft durch Hahnrohre entweichen muss. Der in der Zeichnung erläuterte Ofen hat einen viereckigen Schacht und zwei einander gegenüberliegende Düsen; es ist indessen

Digitized by Google

klar, dass sich auch auf runde Schächte und eine grössere Düsenzahl eine solche Wasserkästenumhüllung anwenden liesse und es dürfte sich dieselbe für alle die Fälle empfehlen, wo bei grosser Hitze geschmolzen wird, z. B. im Ireland'schen Ofen.

cc) Von den Flamm- oder Reverberiröfen.

Allgemeine Definition. Theile einer Flammofenanlage. Wirkung des Feuers.

§. 90. Wie bereits in der Einleitung zu den Oefen gesagt worden ist, versteht man unter Flammöfen solche Apparate, in welchen das der Schmelzung ausgesetzte Material nicht in Berührung mit dem Brennstoffe selbst kommen darf, sondern in einem besonderen Theil des Ofens **nur der Flamme des ersteren** ausgesetzt ist.

In den ältesten Flammofenconstruktionen*), z. B. dem alten Treibofen der Silberhütten ist, allerdings mit Berücksichtigung des Zweckes, der Feuerraum ein auch äusserlich deutlich von dem Schmelzraum getrennter Theil, der nur seine Flammen durch einen besondern Canal in den Schmelzraum sendet und sich

---

*) Flammöfen sind zum Roheisenschmelzen erst in neuerer Zeit angewandt und in den ersten Anfängen den bereits längst bekannten Vorrichtungen der Broncegiesserei nachgebildet worden.

Da nun die Einführung der Flammöfen in den Eisengiessereibetrieb erst spät erfolgte, so spät, dass der erste Apparat der Art bereits einen gewissen Grad von Vollkommenheit besass, kann hier nicht von ähnlichen Abstufungen der Form und der Einrichtung die Rede sein, wie sie in den §. 12—16, S. 310—313 dieses Bandes angeführt wurden.

Die ältesten Giessereiflammöfen sind den besseren Cupolöfen entsprechend und man kennt von ersteren keine, den Réaumur'schen und den Norberg'schen Apparaten entsprechende Abstufungen.

In neuester Zeit erst sind durch die Einführung einmal der Gasfeuerungen, dann des Regeneratorenprinzips andere theilweise vollkommenere Oefen erfunden worden, dieselben haben aber noch keine besondere Anwendung bei der Eisengiesserei gefunden.

Digitized by Google

aus diesem Grunde den Dimensionen des Ofens wenig anschliesst.

In den Flammöfen der neueren Metallurgie ist man fast ohne Ausnahme zu der Anordnung geschritten, alle Räume des Apparates in **einen** Mantel oder **eine Armatur** von möglichst einfacher Form zusammen zu legen und ganz besonders findet dieses bei den Flammöfen des Eisenhüttenwesens statt, welche unter allen Apparaten gleichen Namens die höchsten Temperaturen hervorzubringen im Stande sind.

Nur bei der Anwendung der gasförmigen Brennstoffe bedient man sich besonders abgezweigter Feuerungsanlagen und macht dieselben in construktiver Beziehung ganz unabhängig von den eigentlichen Oefen. Sie werden dann häufig so angelegt, dass ein Gasgenerator mehreren Flammöfen das nothwendige Brennmaterial liefert. In dieser Art disponirt auch Siemens neuerdings seine Regenerativöfen, die zwar bis jetzt noch nicht speciell für den Eisengiessereibetrieb angewendet sind, sich aber in der zur Zeit gebräuchlichen Form zur Tiegelgiesserei und zur Darstellung des Hartgusses eignen würden.

Bei der Anlage von Puddelöfen aber, die den Gussflammöfen am nächsten kommen, wird die Vereinigung einer beliebigen Anzahl von Generatoren auf der einen Seite eines Gascanals ohne Rücksicht auf die andererseits angehängten Oefen bewirkt, mit der einzigen Bedingung gegenseitiger Wirksamkeit, dass die Gase des gemeinschaftlichen Leitungsrohres und Sammlers beim Betrieb sämmtlicher Flammöfen stets eine bestimmte Spannung besitzen.

Gegenüber der jetzt gewöhnlichen Einrichtung der Flammöfen, wonach, wie schon gesagt alle Theile in einem Mantel liegen, scheint die allgemeine Disposition der Gasanlagen complicirt. Sie ist indessen jedenfalls die Ofenform der Zukunft als die einzige, die eine vollständige Ausnutzung der Brennstoffe sicher gestattet.

§. 91. Jede Flammofenanlage besteht, wenn man sie im weitesten Sinne auffast, aus wenigstens

Digitized by Google

drei verschiedenen Theilen; auch der Innenraum des Ofens und des Zubehörs lässt sich durch diese Theilung zergliedern und leichter übersehen.

Das Fundament des Ofens ist der erste Theil und enthält den Aschenfall, der in dem Körper des Fundamentsockels ausgespart ist. Bei niedriger Lage des Ofens muss der Aschenfall ziemlich tief sein und stellt eine durch Treppenstufen zugänglich gemachte Grube dar. Bei hoher Lage des Schmelzapparats ist es kaum nöthig, die Grube viel tiefer als die Hüttensohle zu machen und bietet diese Anlage insofern die meisten Vortheile, als die Räumung leichter effectuirt werden kann und auch das Giessen aus einem hochbelegenen Ofen stets von besserer Wirkung ist.

Der Ofenkörper, der zweite Theil des Ganzen, steht auf dem Fundamentsockel und ist mit demselben durch gusseiserne Verkleidungsplatten und Ankerstäbe äusserst solide verbunden.

Die Esse des Ofens, der dritte Theil, befindet sich an der einen Seite des Ofenkörpers und ist gewöhnlich direkt mit demselben verbunden; doch findet in construktiver Beziehung in der Art eine Unabhängigkeit statt, dass der ganze Essenmantel auf einer Säulengruppe aus Gusseisen oder einem soliden Mauerpfeiler steht und mit dem Ofenraum durch einen mehr provisorischen Fuchs in Verbindung sich befindet.

Es muss hier vorab bemerkt werden, dass sowohl Fundament als auch Esse nicht in gleichem Maasse Nebentheile des Ofens sind, wie sie bei dem Schachtofen gelten konnten. Das erstere entspricht der Gestalt des Ofens auf das Genaueste, hat eine bedeutende räumliche Ausdehnung und muss eine weit grössere Haltbarkeit besitzen, als das eines Cupolofens, weil längere Zeit hindurch (d. h. während eines ganzen Schmelzens) eine schwere und langsam sich erhitzende Eisenmasse in ihrer grössten Ausdehnung darauf lastet.

Die Esse spielt ihrerseits eine noch wichtigere Rolle; sie ersetzt das Gebläse des Schachtofens und führt dem Verbrennungsraum des Apparates die Luft mit einer Geschwindigkeit zu, welche nicht unter ein

Digitized by Google

bestimmtes Maass sinken darf. Die Esse erreicht aus diesem Grunde, indem sie auf einem bestimmten Querschnitt sich aufbaut, eine bedeutende Höhe, die nur unter besonders günstigen Einflüssen klimatischer, mithin nicht ganz constanter Natur sich vermindern lässt.

Der Ofenkörper selbst ist immerhin der wichtigste aller 3 Theile, steht aber einerseits mit dem Fundament, andererseits mit der Esse in innigster Verbindung; die Abhängigkeit der einzelnen Theile von einander ist bei dem Flammofen ein grösserer, als bei dem Schachtofen und sie lassen sich also auch nicht so leicht abgrenzen.

Der hier zu befolgende Weg der Beschreibung unterscheidet sich deshalb wesentlich von dem bei der Behandlung der allgemeinen Construktion von Schachtöfen eingeschlagenen und es ist vor Allem die ungefähre Wirkungsweise des Ofens festzustellen, ehe er in seine einzelnen Theile zergliedert und ehe jede Beziehung derselben zum Ganzen vollständig erläutert werden kann.

Diese Betrachtungen greifen der Substanz des dritten Abschnittes keineswegs vor, sondern vervollständigen nur das Bild, welches ich von dem Bau und der Construktion der Flammöfen zu geben beabsichtige.

§. 92. Die Wirkung des Feuers im Flammofen ist aus zwei verschiedenen Faktoren zusammengesetzt, deren günstige, d. h. gleichzeitig bewirkte vollkommene Ausnutzung bei dem Flammofenbetriebe stets erzielt werden sollte.

Einmal wirkt das Feuer durch seine stetige Berührung der zu schmelzenden Einsätze, dann erhitzt die Flamme die Innenwände des Ofens im höchsten Grade und diese strahlen die empfangene Hitze nach dem Arbeitsraum des Ofens wieder zurück, abzüglich des Quantums, das durch Leitung nach der äusseren Gewölbeoberfläche und von da aus durch freie Strahlung verloren geht.

Der Ofenkörper enthält sowohl Ursache als Wirkung, d. h. Feuerungsraum und Schmelz- oder Arbeitsraum; die Flamme des Brennstoffs tritt

Digitized by Google

aus dem Feuerherd unmittelbar in den Schmelzraum und wirkt auf denselben ein, indem sie sowohl die Wände als den Inhalt des Raumes erhitzt.

Das Ofeninnere steht mit der äusseren Luft in der Weise in Verbindung, dass der Feuerraum davon durch den Rost, der Arbeitsraum durch die Esse getrennt werden und dass ein steter Durchzug von Luft vermittelt ist.

Durch den Rost geschieht das rasche und hinreichende Zutreten kalter Luft in den Verbrennungsraum, der über diesem Rost in bestimmter Höhe mit Kohlen angefüllt ist; die Esse begünstigt dagegen das ungehinderte Entweichen der überschüssigen Verbrennungsproduktc und des Stickstoffs, so wie der etwa vorhandenen erhitzten Luft — in die Atmosphäre und giebt diesem Gasgemenge gleichzeitig eine gewisse unentbehrliche Geschwindigkeit.

Diese letztere steigt in bestimmtem Verhältniss mit der Temperatur des Ofens und ist auch von den Verhältnissen der Esse abhängig.

Von einiger Wichtigkeit sind hier noch die Uebergangszonen aus dem Feuerraum in den Schmelzraum und von diesem in die Esse.

Die erste derselben, nur über einer schmalen Steinschwelle der Feuerbrücke sich ausbreitend, bildet eine Verengung des Ofenraumes zwischen dem weiten Feuerherd und dem ebenfalls weiteren Arbeitsraum.

Die zweite derartige Zone liegt zwischen dem Schmelzraum und dem untersten Theil des Essenschachtes, besitzt eine grössere Längenausdehnung, aber einen geringeren Querschnitt als die erste und wird der Fuchs genannt. Auch sie bildet in den meisten Fällen eine Einschnürung zwischen dem schon verjüngten Ende des Arbeitsraums und dem unteren Theil der Esse.

In Fig. 1 der Taf. X. ist in perspectivischer Zeichnung die Gestalt eines Flammofeninnern veranschaulicht und es bezeichnen daselbst *a b c d* die Rostfläche, *e f g h* die Feuerbrücke, *i k l m* die Herdfläche oder

Digitized by Google

den Grundriss des Arbeitsraumes und *l m n o* den Querschnitt des Fuchses. Aus dieser Skizze eines Flammofenraumes geht die auffallende, oft angeführte Aehnlichkeit desselben mit der Gestalt einer niedergezogenen Löthrohrflamme klar und deutlich hervor.

Karsten's Erfahrungssätze für die Bauart und den Betrieb der Flammöfen.

§. 93. Für den Giessereiflammofen sind folgende allgemeine Erfahrungssätze zutreffend, welche oft als einzige Construktionsfundamente gelten, obwohl die Forschungen der neuesten Zeit die zu lösenden Probleme weit mannigfaltiger hinstellen, wie im nächsten, von den Arbeiten handelnden Abschnitt (s. Band II) dargethan werden wird.

An dieser Stelle sind die nach den Erfahrungen auf der Saynerhütte vorzugsweise redigirten Mittheilungen Karsten's benutzt worden, welche sehr klar und trotz des engen Gesichtskreises wohl abgerundet genug erscheinen, um eine vorläufige Erläuterung des Flammofenbetriebes zu geben.*)

Indessen ist die Benutzung nicht ohne selbstständige Auffassung geschehen und namentlich bin ich bemüht gewesen, die für den Kenner des Prozesses vollkommen verständliche Auseinandersetzung Karsten's in einzelne, aus einander herzuleitende Sätze zu bringen, deren Form auch dem mit der Funktion des Flammofens weniger Vertrauten Kunde und Aufklärung bringt.

Der erste Satz charakterisirt die Wirkung überhaupt und heisst:

Das Feuer auf dem Rost der Flammöfen erhitzt die Luft in ihrem Innern und zwingt

*) Die Karsten'schen Ausführungen finden sich in der Eisenhüttenkunde III. Band, S. 339 u. ff. Die einzelnen hier wiedergegebenen aber anders gefassten Behauptungen sind nicht weiter citirt worden. Es muss in Betreff derselben auf die Quelle selbst verwiesen werden, die in jeder Beziehung gelesen zu werden verdient und einen Schatz der reichsten Erfahrungen und der genauesten Beobachtungen enthält.

Digitized by Google

dieselbe in Folge ihrer Ausdehnung, zum Theil aus dem Ofen herauszutreten.

Um dieses in gehöriger Weise zu ermöglichen, ist, wie schon bei der ersten Aufzählung der Ofentheile angedeutet wurde, der Flammofen an der dem Feuer entgegengesetzten Seite mit einem Abzug versehen und die Flamme wird dadurch gezwungen, ihren Weg durch die ganze Länge des Ofens zu nehmen.

Ist für den Abfluss der Luft nicht anderwärts gesorgt, so bricht sie durch die Thüren des Ofens, und durch die Zwischenräume im Roste heraus und mit ihr Rauch und Flamme. Diese Erscheinung, die im gewöhnlichen Leben auch unter dem Begriff des Rauchens verstanden wird, hat indessen nicht immer im Mangel einer genügenden Austrittsöffnung ihren Grund, sondern wird sehr häufig auch durch Gegenströmungen kalter Luft hervorgerufen, die in Folge anderer Constructionsmängel in den Ofen treten.

§. 94. Der zweite Satz, von dem hier die Rede sein muss, lautet:

Je mehr der Abfluss der erhitzten Luft befördert wird, desto ungehinderter verläuft die Verbrennung, indem auch der Zutritt der frischen Luft gesteigert wird. In gleichem Maasse vermindert sich aber die durchschnittliche Intensität der Wirkung der Brennstoffe auf die den Flammen ausgesetzten Schmelzmaterialien.

Der zweite Theil des Satzes bedarf einer Erläuterung, da man denken sollte, dass eine gesteigerte Verbrennung auch eine gesteigerte Wärmeentwickelung zur Folge haben müsste. Eine solche findet auch statt, nur ist sie auf die unmittelbare Nähe des Herdes beschränkt, in einiger Entfernung davon nicht mehr bemerklich und deshalb für grössere Ofenräume nicht verwerthbar.

Obwohl es den Anschein hat, als müssten bei möglichst freier und lebhafterer Verbrennung in gleichen Zeiträumen grössere Wärmequantitäten in den Schmelz- und Arbeitsräumen der Flammöfen abgesetzt

Digitized by Google

werden können als bei minder lebhafterer, so zeigt die praktische Erfahrung, dass der Schmelzraum durch gleiche Mengen Brennstoff um so weniger erhitzt wird und einen sehr hohen Temperaturgrad sogar nicht einmal anzunehmen vermag, je weniger der Ableitung der erhitzten Luft Widerstand entgegengesetzt wird, d. h. je grösser oder je zahlreicher die mit der Atmosphäre unmittelbar communicirenden Oeffnungen des Schmelzraumes sind.

Vergleicht man den Effekt eines offenen Herdes mit dem eines guten Stubenofens mit engem Rauchrohr, so leuchtet die Richtigkeit der obigen Behauptung ein, und noch auffallender wird die Verschiedenheit, wenn man Verbrennungsöfen ihre Produkte unmittelbar in's Freie oder durch das Mittel eines engen Canals senden lässt. Ein Austreten der erhitzten Luft und der Verbrennungsgase in das Freie, unmittelbar aus dem Ofen, giebt deshalb keinen Effekt, obwohl hier die Entweichung ganz unbehindert stattfinden kann und die Verbrennung eine lebhafte ist.

Es ist also für jeden Flammofen nothwendig, dass die Verbindung des Ofens mit der Atmosphäre nicht unmittelbar durch eine Oeffnung, sondern durch einen mehr oder minder engen Canal stattfinde. Dieser Canal wirkt indess noch bedeutend eingreifender, wenn er eine bestimmte Construktion erhält und, über gewisse Dimensionen ausgedehnt, zur Esse wird.

§. 95. Der dritte Satz ist eine unmittelbare Folge des vorhergehenden:

Während die erhitzte Luft durch ihre grössere Elasticität den Druck der Atmosphäre überwindet und sich in dieselbe einen Abfluss verschafft, der um so schneller erfolgt, je weniger er durch die Ausflussöffnungen und Abzugscanäle beengt wird — um so mehr wird dieser Abfluss wieder verhindert werden, je plötzlicher die Temperaturdifferenz zwischen den glühenden Verbrennungsprodukten und der kalten atmo-

Digitized by Google

sphärischen Luft aufgehoben wird. (Karsten a. a. O. S. 341 oben.)

Es ist einleuchtend, dass sich beiderseitige Temperaturen um so schneller ausgleichen werden, je weniger gehindert, also je schneller die erhitzte Luft in die freie Atmosphäre tritt, und es ist dieses der Grund, weshalb man durch Anlage grosser Ausströmungsöffnungen nichts zur stärkeren Erhitzung des Schmelzraumes beiträgt.

Da nun bei nicht ausreichender Ausströmungsöffnung eben so wenig eine hinlänglich intensive Erhitzung der Schmelzräume stattfinden kann, so muss es dazwischen ein gewisses Verhältniss für die Ausströmungsöffnung geben, bei welchem die Erhitzung des Ofens am vollständigsten stattfindet. Dieses Verhältniss lässt sich am besten für die in einer bestimmten Zeiteinheit verbrannte Quantität Brennstoff oder auch so ausdrücken, dass auf den Rostquerschnitt der totale Querschnitt der Ausflussöffnung bezogen wird.

Die erhitzte Luft verlangt, vermöge ihrer grösseren Elasticität, grössere Ausströmungsöffnungen, wenn sie schneller entweichen soll; diese grösseren Oeffnungen befördern indessen wieder die Ausgleichung der Temperaturdifferenzen der ein- und ausströmenden Luft.

Grosse Ausflussöffnungen wirken also der Erhitzung des Schmelzraums aus doppeltem Grunde entgegen, einmal weil sie den **Zug**, d. h. den aus den Temperaturdifferenzen entspringenden Luftwechsel, vermindern, und dann, weil sie durch diese beschleunigte Aufhebung der Temperaturdifferenz auch die Zunahme der Temperatur im Schmelzraum erschweren.

Aus dem Gesagten geht indess hervor — obwohl sich der Abfluss der erhitzten Luft durch die veränderte Grösse der Ausströmungsöffnungen so reguliren lässt, dass dadurch der verlangte Temperaturgrad im Flammofen hervorgebracht werden kann —, dass die höchsten Verbrennungs-Temperaturen eines Brennstoffs

Digitized by Google

auf diese Weise nicht erhalten werden können, weil die Elasticität der erhitzten Luft durch die steigende Temperatur derart zunimmt, dass die Grösse der Ausströmungsöffnung ebenfalls wachsen muss, soll die Verbrennung eine eben so ungehinderte sein als vorher. Die wachsende Grösse der Ausströmung verursacht wiederum eine raschere Temperaturausgleichung und es sinkt in Folge dessen die anfänglich gestiegene Hitze des Schmelzraums wieder bis zu dem früheren Ausgangspunkt zurük.

§. 96. Die Abhilfe der eben besprochenen Missstände liegt im folgenden vierten Satz ausgesprochen:

Um die Schnelligkeit der Ausgleichung zu vermindern, ohne jedoch die Freiheit des Ausströmens zu beschränken, ist es nothwendig, dem Ausfluss der Verbrennungsprodukte durch die Anlage von Essen eine gewisse Geschwindigkeit zu geben.

Man vermindert, mit andern Worten, das Hinderniss — welches die mit der Temperaturzunahme steigende Elasticität der erhitzten Luft dem schnellen Abfluss derselben, oder dem beschleunigten Zuströmen der erhitzten Gase aus dem Feuerraum entgegensetzt — dadurch in sehr hohem Grade, dass man die Unterschiede in dem specifischen Gewicht zwischen der erhitzten Luft mit den Verbrennungsprodukten einerseits und der kalten Atmosphäre andererseits benutzt, um die erstgenannten schnell in der letzteren aufsteigen zu lassen und in dieser Art einen raschen Abfluss der erhitzten Luft herbeizuführen.

Man erreicht diesen Zweck, indem man die erhitzte Luft mit den Verbrennungsprodukten nicht unmittelbar aus der Abflussöffnung in die Atmosphäre strömen lässt, sondern eine Säule von erhitzter Luft bildet, in welcher die specifisch leichtere heisse Luft in der schwereren Luft der Atmosphäre in die Höhe steigt. (Karsten a. a. O. S. 242 unten.)

Diese Säule ist von der Atmosphäre räumlich getrennt und für sich abgeschlossen; man bildet sie durch eine senkrecht aufwärtsführende Verlängerung

Digitized by Google

der Ausströmungsöffnung oder durch einen Canal, der unter dem Namen des Schornsteins oder der Esse bekannter ist und bereits unter den Theilen des Ofens aufgeführt wurde.

Der Zug des Ofens, d. h. das in längeren oder kürzeren Zeiträumen erfolgende Nachströmen der glühenden Gase aus dem Feuerungs- in den Arbeitsraum, ist also abhängig von dem Uebergewicht des Druckes der kalten Atmosphäre gegen den der inneren erhitzteren Luft.

Die Geschwindigkeit des Zuges, d. h. der aufsteigenden Bewegung in der Esse oder der Unterschied des Druckes der äusseren und inneren Luftsäule, wird folglich durch Temperatur und Höhe der Säule bestimmt werden, welche von der erhitzten Luft gebildet wird.

Ein Hinderniss der Bewegnng ist, nach Karsten, die durch Temperaturzunahme vergrösserte Elasticität der erhitzten Luft und besonders wirksam, so lange die aufsteigende Bewegung noch nicht im Beharrungszustand sich befindet, wozu noch Reibungsrückstände und andere Einflüsse der Essenwände kommen.

Eine Vergrösserung der Essenhöhe wirkt nicht allein durch den Umstand günstig, dass eine höhere Säule von specifisch leichterer Luft gebildet und der absolute Unterschied des Druckes zwischen der schweren kalten und der leichteren warmen Luft vermehrt wird, sondern auch dadurch, dass mit der höheren Lage der oberen Essenmündung dieselbe in verdünntere Luftschichten hineinragt, also der Widerstand der Atmosphäre gegen die heissen Gase abnimmt.

Die Differenz in den Höhen der Einströmungs- und Ausströmungsöffnungen, also der Niveauunterschied zwischen Rostfläche und Essenmündung ist, besonders bei hohen Essen, ein erhebliches Moment zur Beförderung des Luftzuges.

§. 97. Der fünfte Satz, der sich aus den Karsten'schen Betrachtungen ableiten lässt (a. a. O. S. 344, §. 739) lautet:

Digitized by Google

Man verbindet den Schmelzraum des Ofens mit der Esse durch den Fuchs, einen besonderen Canal von genau bestimmtem Querschnitt, und regulirt mittelst desselben die Grösse der wirklichen Ausströmungsöffnung, welches durch den Querschnitt der Esse selbst nur in unvollkommener Weise geschehen könnte, da derselbe von construktiven Rücksichten zu sehr abhängig ist.

Man ist genöthigt, der Esse eine grössere Weite zu geben, als es die Beschaffenheit und die Quantität des in einem bestimmten Zeitraum verbrennenden Materials eigentlich verlangt, und es bietet dann der Fuchs das Mittel dar, den Nachtheil der grossen Essenweite zu beseitigen. Ist ein eigentlicher Fuchs nicht vorhanden, so muss die Flamme aus dem Arbeitsraum durch eine Oeffnung in der Wand desselben ab- und der Esse zugeführt werden und dann vertritt diese Oeffnung die Stelle des Fuchses. Karsten nennt sie deshalb wohl auch Fuchsöffnung und scheint unter dem Begriff des Fuchses eine canalartig weitergeführte Oeffnung sich zu denken.

Es ist indess besser, den Begriff etwas weiter zu machen, und da in construktiver Beziehung selten eine andere Dimension im Fuchse genannt wird als der Querschnitt, mit der Bezeichnung Fuchs die Ausflussöffnung des Ofens in ihrer ganzen, durch die Wandseite des Ofens oder durch die Länge einer canalartigen Fortführung bedingten Ausdehnung zu verstehen.

Der Fuchs kann an den verschiedensten Stellen des Ofens liegen, doch muss er stets so angebracht sein, dass die Flamme zur Erhitzung des Ofens vollständig benutzt wird. Seine natürlichste Stelle ist hiernach an dem dem Feuerraum gegenüberliegenden Ende des Arbeits- oder Schmelzraums, aber hier ist es, wo eine nicht immer richtig begründete Verschiedenheit in der Ausmündung stattfindet. Bald liegt der Fuchs oben im Gewölbe des Herdes, wobei es leicht kommen kann, dass die Flamme vorzugsweise

Digitized by Google

am Gewölbe fortstreicht und die Einsätze nicht stark genug erhitzt; dann kann der Fuchs zuweilen an der Seite des hintern Herdrandes angebracht sein, und es ist klar, dass in solchem Fall die Erwärmung der Herdfläche keine gleichmässige sein kann, sondern auf der Seite am stärksten ist, wo die Oeffnung liegt. Die beste Lage ist im Niveau des Herdes und in der Achse des Ofens, wenn der Fuchs noch dazu die ganze Breite des Herdes an dieser Stelle besitzt oder der Herdgrundriss sich nach dem Fuchse zu verjüngt und zuspitzt. Im letzteren Fall kann der Querschnitt quadratisch bleiben; ist der Herd breiter, so muss die Höhe geringer werden, je nach dem verlangten Querschnitt der Ausflussöffnung. Eine genaue Bestimmung des Fuchsquerschnittes, sowie eine Regulirung durch angebrachte Schieber etc. lässt sich nur bei solchen Füchsen mit Bequemlichkeit und Zuverlässigkeit anwenden, die, wie zuletzt ersehen, in der Verlängerung des Herdes liegen und aufwärts führen.

Construktionselemente der Flammöfen. Armatur. Rost und Roststäbe. Schürloch. Einsatzthüre. Visire. Versumpf. Essenbau. Aufmauerung des Ofenfutters. Zurichtung des Herdes.

§. 98. Nach diesen vorläufigen Andeutungen über die Wirkungsweise der Flammöfen*) ist es von Interesse, die baulichen Eigenthümlichkeiten an denselben durchzugehen und die einzelnen Elemente ihrer Construktion zu betrachten.

Wie bei den Schachtöfen unterscheidet man auch hier bei jedem der früher aufgezählten Haupttheile des Ofens — Fundament, Ofen, Esse — zwei Hauptgruppen von Bestandtheilen, die Armatur (oder den Mantel) und das Futter.

*) Guettier in seinem oft citirten Werke: Traité de la fonderie etc., giebt auf den S. 191—195, Nr. 365—372 incl., ebenfalls eine ganze Reihe von Construktionsregeln, welche indessen so häufig auf die Arbeit im Flammofen zurückgreifen, dass sie besser im dritten Theil dieses Werkes referirt wird.

Digitized by Google

Für das Fundament und den Ofen ist die Armatur gewöhnlich eins; so weit das erstere über das Niveau der Hüttensohle hervorragt, fällt es innerhalb des Ofenmantels, der oft selbst unter dieses Niveau heruntergeht und festgeklammert ist.

Meist besteht die Ofenarmatur aus 6—9 gusseisernen Platten von gleicher Höhe, aber verschiedener Breite — von den 3—4 auf jeder Langseite des Ofens, 1 an der Rostseite und eventuell 1 an der Essenseite angebracht sind. Oft fehlt auch jede Bekleidung der beiden Ofenstirnen und nur die Langseiten sind mit einer Armatur versehen. Die Platten enthalten an der gehörigen Stelle die Oeffnung für die Einsatzthür, das Schürloch und den Abstich; die Lage dieser Zugänge des Ofeninnern ist sogar nicht ohne Einfluss auf die Eintheilung der Armatur.

Da, wo die einzelnen Platten an einander stossen, überdeckt man die Fugen derselben mit Ankerplatten von stärkerem Querschnitt mit einer Längsrippe, deren obere Enden mit Zugstangen so verbunden werden, dass die gegenüberliegenden Armaturwände fest zusammengezogen bleiben, um dem inneren Druck besseren Widerstand zu leisten.

Die unteren Enden der Platten und Anker stecken entweder so fest in dem über den Grundriss des Ofens übergreifenden Fundament, dass sie nicht ausweichen können, oder sie sind unterhalb des Herdes abermals durch Zuganker mit einander verbunden. Auch wird eine rahmenförmige Fundament- oder Stahlplatte hergestellt, in deren Ausschnitte sich die Armaturplatten und Anker einstecken und dadurch nicht ausweichen können.

In dieser Beziehung ist die Ausstattung eines Flammofens sehr verschieden und mehr oder minder luxuriös; eine sehr einfache Armatur besitzen die auf Taf. X. und XI. dargestellten Flammöfen der Eisengiesserei zu Gleiwitz, während die auf Taf. XIII. reproducirten Flammöfen der Spandauer Geschützgies-

Digitized by Google

serei eine ausserordentlich zusammengesetzte und reichgegliederte Umhüllung haben.

Ohne hier auf wirkliche Details einzugehen, die besser bei den „Beispielen" abgehandelt werden können, muss noch auf einige allgemeine Wirkungen der Armatur und einige Grundsätze bei ihrer Disposition aufmerksam gemacht werden.

§. 99. Die Armatur der Flammöfen hat zunächst hauptsächlich den Zweck, das Zerreissen und die Zerstörung der Ofenfutter dadurch zu hindern, dass dieselben durch die Platten der Armatur möglichst in derselben Lage gehalten werden, die sie früher hatten.

Deshalb ist es nothwendig, dass die Armaturstücke entweder hinreichend stark sind oder dass durch aufgelegte Anker die ganze geschlossene Armatur thunlichst gegen den Schub der sich ausdehnenden Mauern gesichert sei.

Zu diesem Zweck armirt man die Flammöfen sehr häufig mit gerippten Platten, d. h. solchen, die von einem weiten Netz sich kreuzender, um 2—3" vorspringender Rippen bedeckt sind und dadurch die nothwendige Starrheit erhalten haben. Einzelne der Kreuzungspunkte dieser Rippen tragen durchbohrte Wulste und solche Punkte der einander gegenüberliegenden Ofenseiten werden durch Zugstangen in derselben Weise verbunden, wie bei einfachen Armaturen die über die Plattenfugen gelegten gegossenen Ankerstäbe.

Der leichteren Ausfütterung wegen werden nun solche gerippte Armaturplatten gewöhnlich mit der glatten Seite nach innen gelegt, so dass die Rippen äusserlich sichtbar sind; oft sind sie auch, um das Austrocknen der Futtermauern zu erleichtern, hier und da durchbrochen.

Durch eine solche Disposition wird aber die äussere Oberfläche des Flammofens beträchtlich vergrössert, sowie auch die vorspringenden Winkel und Ecken vermehrt; beides veranlasst eine Steigerung des bei jedem Ofen, besonders aber bei dem Flamm-

Digitized by Google

ofen eintretenden Wärmeverlustes durch Transmission und freie Strahlung. Darin liegt eine zweite Wirkung einer jeden Armatur.

Vergleicht man einen Flammofen, der mit Ankerstäben verstrebt ist, sonst aber ganze Mauerflächen der äusseren Luft darbietet, mit einem vollständig eingemantelten Flammofen, so stellt sich beim Betrieb der calorische Vortheil auf die Seite des letzteren, weil die rauhen Mauerflächen mehr Hitze ausstrahlen, deshalb die Transmission stärker unterstützen können, als die glatten gusseisernen Armaturoberflächen.

Ein ähnlicher Unterschied waltet ob, wenn man 2 Flammöfen vergleicht, von denen der eine eine möglichst glatte, der andere eine von Rippen und Vorsprüngen aller Art unterbrochene Oberfläche darbietet. Hier stellen sich die Resultate des ersteren weit günstiger, als die des letzteren, dessen Oberfläche, auf denselben Rauminhalt bezogen, bedeutend grösser ist.

Ueberlegt man, dass nach vielfältigen Rechnungen die Transmissionsverluste bei Flammöfen 7—8 mal so viel betragen, als der zur Ausführung der Heizarbeit theoretisch nothwendige Brennstoff Wärme giebt, so ist es einleuchtend, dass man nicht genug danach streben kann, diese Verluste thunlichst zu mindern.

Dazu aber ist vor Allem nothwendig, eine glatte Armaturoberfläche herzustellen, und man muss auf der Aussenfläche derselben alle Vorsprünge so viel wie möglich vermeiden. Ist eine Verstärkung durch Rippen der Starrheit wegen nöthig, so thut man gut, dieselben auf die Innenseite zu legen und zwischen Mauer und Armatur einen nach Vollendung des Ofens auszufüllenden Zwischenraum zu lassen, der eine Isolirschicht enthält.

§. 100. Noch ist in Betreff der Armatur zu bemerken, dass die Zuganker hoch genug liegen müssen, um noch ausserhalb des Gewölbmauerwerks zu bleiben. Es ist deshalb eine nutzlose Spielerei, bei Oefen mit hohem und stark profilirtem Gewölbe für die Ankerplattenköpfe

Digitized by Google

der Armatur durchaus ein Niveau behalten zu wollen und, wie man es wohl auf einigen Flammofenzeichnungen findet, der Symmetrie zu Liebe die Ankerstäbe durch die feuerfesten Gewölbe hindurchgehen zu lassen. Ein Anderes ist es bei den unteren Ankerstäben; dieselben passiren das Mauerwerk des Ofens an einer Stelle, die vor der Einwirkung des Feuers hinreichend geschützt ist und keinerlei üble Folgen für das Eisen der Stäbe haben kann.

Umgiebt man den ganzen Ofen mit einer starken Armatur gerippter Platten, wie dieses bei den Flammöfen der Kanonengiesserei zu Spandau stattfindet, so kann man dieselben überall gleich hoch machen und benutzt alsdann den an einigen Stellen bleibenden Raum über dem Gewölbe des Ofens zu einer lockeren Auffüllung von Isolirmaterial, eine Maassregel, die sich ausserordentlich empfiehlt und auf die bei dem Ausbau der Oefen nochmals zurückgekommen werden wird.

Die Theilung der Armatur in einzelne Platten richtet sich, wie schon gesagt, nach der Gliederung des Ofeninnern; doch waltet hier noch ein Umstand ob, der zu berücksichtigen ist. Die eine der Langseiten des Ofens nämlich, welche vorzugsweise als Arbeitsseite dient, auf welcher sich demnach sämmtliche Zugänge zum Innern befinden, muss bei der Theilung den Ausschlag geben, weil hier Mancherlei an der Armatur anzubringen ist, das die praktische Darstellung der Platten, also schliesslich auch den Umfang derselben, beeinflusst.

Beginnt man mit der Feuerseite des Ofens, so wird es sich empfehlen, zur Aufnahme des Schürloches die eine Seitenplatte zu bestimmen, welche bis in die Achse der Feuerbrücke reicht; wird das Schürloch wo anders hin gelegt, was bei grossen Oefen oft stattfindet, so bleibt die Platte dennoch ziemlich dieselbe und deckt die Seite des Feuerraums vollständig.

Der Herdraum wird an der Seite von mehreren Platten verkleidet, da er in der Regel zu lang ist, um

Digitized by Google

die Armatur in einem oder zwei Stücken herstellen zu können. Befindet sich die Einsatzthür gleich hinter der Feuerbrücke, wie bei den auf Taf. X. und XI. dargestellten Gleiwitzer Oefen, so stösst die mit dem Thürausschnitt versehene Armaturplatte unmittelbar an die erste, in welcher das Schürloch sich eventuell befindet. Darauf folgen dann mindestens noch 2 Platten von gleicher Breite, welche die Fortsetzung des Herdes und den Fuchs umschliessen. Hat die Einsatzthür eine weiter nach dem Fuchs hin gerückte Lage, so stösst an die Schürlochplatte zunächst eine glatte Armaturplatte und dann die Platte mit der Einsatzthür. Ist noch eine Fuchsthür zum Vorwärmen des Einsatzes vorhanden, so sind mehr als 4 Platten zur Verkleidung der vorderen, zur Arbeit dienenden Langseite erforderlich.

Die hintere Langseite des Ofens muss in der Armatur so eingetheilt werden, dass die Ankerstäbe, die doch meist die Fugen decken, denen der Vorderseite gegenüberliegen, aber man kann oft den Raum, der zwei Feldern der Vorderseite entspricht, durch eine Platte decken und legt dann den Ankerstab quer über dieselbe dahin, wo ihm die Theilung der Vorderseite seinen Platz anweist.

Die Stirnseite des Ofens an dem Feuerende reicht nur bis auf die Rostfläche herab, während zwei Ankerstäbe, über die Mauerstirnen der Langseiten und die erwähnte Platte gelegt, die letztere festhalten und auch dem Schub der Gewölbunterlage, die später erwähnt wird, Widerstand leisten soll.

Das Fuchsende des Ofens erhält eine sehr verschiedene, oft von der Essenbauart abhängige Armatur, doch sind auch da zwei den eben angeführten entsprechende Ankerstäbe aufgestellt, welche mit der Armatur der Feuerseite durch lange, über den ganzen Ofen hinlaufende Zugstangen fest verbunden sind.

§. 101. Die übrigen Theile einer Flammofenarmatur, ausser den Verkleidungsplatten und Ankern, beziehen sich meist auf jene Ofentheile und

Digitized by Google

Oeffnungen, die bereits erwähnt worden sind, aber näher betrachtet werden müssen.

Der Rost, d. h. die zur Aufnahme des Feuers bestimmte Vorrichtung, welche den Zutritt der Luft ermöglicht, ohne das Hindurchfallen der Brennstoffstücke zu gestatten, besteht aus 2 Gruppen von Bestandtheilen: den Rostbalken und den Roststäben.

Die ersteren kann man passenderweise die Armatur des Rostes nennen, insofern sie gleich bei der Anlage des Ofens eingelegt werden, während die Roststäbe nach jeder Charge z. Th. gewechselt werden müssen und weit eher verderben als jene, welche gewissermassen einen construktiv festen Bestandtheil des Ofens ausmachen.

Die Rostbalken, deren gewöhnlich zwei vorhanden sind, werden in den Seitenwänden des Ofens eingelassen und sind meistens gegossene Stäbe von viereckigem oder winkelförmigem Querschnitt. Die letztere Form ist insofern vortheilhafter, als sie bei gleicher Steifigkeit weit weniger Material beansprucht, die Balken mithin leichter ausfallen.

Der eine Rostbalken liegt hart an der Rückwand des Feuerraums, unter der Feuerbrückenkante, während der andere an der Gewölbseite des Feuerraums liegt, so dass seine innere Kante mit der inneren Gewölbfläche abschneidet. Beide Rostbalken liegen vollkommen in gleicher Höhe, da es noch wenig Giesserei-Flammöfen mit anderen als Planrosten giebt.

Man kann bei starken Oefen die Zahl der Rostbalken auch vermehren und zwischen beide Balken noch einen in gleichen Abstand von beiden legen. Da man jedoch hierdurch die wirksame Rostfläche verkleinert und trotz aller Sorgfalt beim Einmauern nicht im Stande ist, die sichere Auflage der Roststäbe auf alle drei Balken dauernd zu erzielen, so leistet der dritte Rostbalken selten die verlangten Dienste, erschwert im Gegentheil nur die Reinigung des Rostes und die Arbeit auf demselben.

Ausser den beiden genannten Querschnittsformen

Digitized by Google

hat man auch rektanguläre, hochkantig gestellte und dreiseitige, mit einer Kante nach oben gerichtete Balkenquerschnitte angewendet, um die Grösse der wirksamen Rostfläche möglichst wenig zu beeinträchtigen, ist aber im Interesse der Einfachheit sehr bald wieder zu den vierseitigen oder winkelförmigen Balken zurückgekehrt.

In Betreff der Roststäbe ist nur anzuführen, dass bei einem nichtcontinuirlichen Betrieb, wie der des Giessereiflammofens ist, alle complicirten Formen vermieden werden können und man am besten rektanguläre Stäbe von gehöriger Stärke anwendet, die etwas höher als breit im Querschnitt sind, sonst aber weder einer Aschnuth, noch irgend welcher anderer, für bestimmte Zwecke vielleicht vortheilhafter, hier aber unnützer und kostspieliger Eigenschaften bedürfen. Einige der Roststäbe werden mit eingegossenen schmiedeeisernen Ringen versehen und sind vorzugsweise dazu bestimmt, nach Beendigung eines Schmelzens zuerst aus dem Rost gezogen zu werden, um das Ausschüren des Ofens zu erleichtern. Die Roststäbe müssen lang genug sein, um unter der Gewölbauflage an der Stirnseite des Ofens hervorzuragen und so den Ofenraum vollkommen abzuschliessen.

§. 102. Der nächste Theil, welcher bei der Construktion der Armatur zu berücksichtigen sein dürfte, ist das Schürloch, d. h. die Oeffnung, durch welche dem Feuerraum das Brennmaterial zugeführt wird.

Dieselbe muss so liegen, dass es möglich ist, den Rost gleichmässig und auch in der Höhe zu beschicken, welche von dem Betrieb verlangt wird; sie wird also mindestens um diese Höhe über die Oberfläche des Rostes zu liegen kommen müssen. Um gleichmässig beschicken zu können, bringt man sie sogar etwas höher an, schüttet so stark als möglich auf und vertheilt mittelst einer Krücke das aufgeschüttete Brennmaterial zu gleichmässiger Stärke. In Bezug auf die Ofenseite hat man dreierlei Lagen und Dispositionen angewendet; gewöhnlich legt man das Schürloch auf

Digitized by Google

die vordere Langseite, die Arbeitsseite, und erspart dadurch an Zeit und Löhnen bei der Wartung der Oefen, da häufig ein Schmelzer und ein Gehülfe für die Bewartung von 2 Oefen, einschliesslich Besetzung und Anfuhr des Brennstoffs, ausreichen. Wenn hinreichender Raum zum Ausstürzen des Brennstoffs vorhanden ist und wenn der Kohlentransport aus den Magazinen nach den Verbrauchsstätten die Obliegenheit eines besondern Arbeitstrupps ist, so genügt eine Person zum Schüren und Warten des Ofens.

Indessen erfordert ein so disponirter Feuerraum immer eine grosse Uebung im Schüren von Seiten des Arbeiters und eine stete Controle von Seiten des Giessmeisters oder Betriebsbeamten, weil die gleichmässige Vertheilung über die Rostfläche schwerer ist und trotz aller Ausdauer nicht immer gut gelingt. Man hat es deshalb versucht, den Ofen von der Stirnseite des Feuerraums aus zu schüren, ganz in der Art, wie es bei den Dampfkesseln gewöhnlich der Fall ist, und man bringt alsdann die Schüröffnung in der Platte an, die jene Seite verkleidet. Es ist in diesem Fall nicht nothwendig, die Oeffnung so hoch zu legen, als sonst, weil man dem Arbeiter damit seine Pflicht unnöthig erschwert; es ist vermöge der alle Theile des Rostes beherrschenden, normal zur Flammenbreite gelegenen Oeffnung möglich, ohne Schuttkegel zu arbeiten, und es tritt bei niedriger liegendem Schürkasten auch nicht so leicht vollkommen kalte Luft in den Schmelzraum ein.

Eine complicirte, aber sicher schliessende Vorrichtung findet sich an dem auf Taf. XV. abgebildeten parabolischen Flammofen von Corbin-Desboissières, und hier ist der Fülltrichter fast in Höhe der Rostfläche angesetzt.

Eine andere Lösung des Problems gleichmässiger Beschüttung des Rostes ist durch die Anlage des Schürloches im Gewölbscheitel des Ofens gegeben und hierbei kann hauptsächlich auf die Einrichtung der Flammöfen von Spandau verwiesen werden, die aus den Abbildungen auf Taf. XIII. hervor-

Digitized by Google

geht. Die Oeffnung wird durch einen mit feuerfesten Steinen gefütterten Trichter mit Schieber gebildet und der Inhalt des Trichters bildet genau eine einmalige Beschüttung des Rostes. Seitliche Oeffnungen zum Vertheilen des aufgeschütteten Brennstoffs sind nur bei dem einen Ofenpaare vorhanden, dessen Roste oblong sind, während die quadratischen Roste des anderen Ofenpaares dieser Vorrichtung offenbar nicht bedürfen.

§. 103. Die Schürlöcher sind in verschiedener Weise ausgeführt.

Bei den Flammöfen ältester Form ist es ein offener Trichter mit einer wagrechten und zwei senkrechten Seiten, der mit einem Halse und einem Flansch versehen ist; der Hals ragt bis beinahe an die innere Fläche des Feuerraums, während der Flansch sich an die Armatur anschrauben lässt.

Bei dem Betrieb wird der ganze Trichter dicht mit mässig kleiner Kohle beschüttet und dadurch verschlossen gehalten, während die Zeit bis zum nächsten Schüren verstreicht.

Bei neueren Oefen hat man, um die Luft vollständiger abzusperren, einen geschlossenen Trichter in das Schürloch eingebaut und mit einem Kamindeckel versehen — doch ist diese Einrichtung nicht so häufig vertreten, als man von ihrer Zweckmässigkeit eigentlich erwarten sollte. Der Deckel ist in der That kein hinreichender Abschluss für die über das Feuer strömende kalte Luft und wird durch fortgesetzten wiederholten Gebrauch leicht unbrauchbar und auch windschief. Dann aber ist der Nachtheil grösser als der Vortheil, da man sich auf den dichten Abschluss verlässt und weniger auf das sorgfältige Zuschütten mit Rosten achtet.

Bei Oefen, welche von der Stirn aus geschürt werden, wie z. B. der Corbin'sche Ofen, Taf. XV., empfiehlt sich die Anwendung einer stark geneigten Abschlussfläche des Aufgabetrichters, auf welcher dann eine mit feuerfestem Futter versehene schwere Thür gleitet, die mittelst Balancier- und Gegengewicht in die Höhe gezogen werden kann und

Digitized by Google

nach erfolgtem Schüren mit bereit liegendem Kohlenklein an ihrer Unterfläche gedichtet wird.

Auch in Angeln gehende Heizthüren, wie bei Kesselfeuerungen, können angewendet werden; bei dem starken Gebrauch, 4—6 Schüren pro Stunde, verlieren sie aber bald den scharfen Schluss und es tritt der Nachtheil ein, der bei sämmtlichen Charnierverschlüssen vorkommt, sobald dieselben zum Theil versagen und nicht mehr dicht sind.

Bei den Oefen endlich, die durch das Gewölbe des Feuerraums geschürt werden, ist ein auf dem Gewölbe stehender Fülltrichter nothwendig, der aber nicht allein auf dem Steingewölbe ruht, sondern durch Spreitzen und Stützen mit den Seitenplatten des Ofens zusammenhängt.

Ein solcher Trichter muss natürlich verschlossen sein, und der Verschluss kann, wie dieses auch bei den Spandauer Oefen der Fall ist, nur so geschehen, dass dicht über dem Gewölbe ein Chamotteschieber mit Eisenrahmen und Decke sich hin und her bewegt, der fortwährend mit kleinen Kohlen und Lösche bedeckt sein muss.

Wie schon angedeutet ist, benutzt man bei exaktem Betriebe gern den Fülltrichter als Abmessung der aufzuschüttenden Kohlenmenge; dann aber erscheint es räthlich, die Mündung des Trichters bei der Aufgabe zu schliessen.

§. 104. Die Einsatzthür ist die nächste Oeffnung des Ofens, die bei der Construktion der Armatur berücksichtigt werden muss. Ihre Einrichtung ist dieselbe, ob sie dicht an der Feuerbrücke oder in der Nähe des Fuchses liegt, in beiden Fällen muss sie zum Transport grösserer Brucheisenstücke geeignet sein.

Dazu ist erforderlich, dass sie hinreichend gross sei, um die Arbeit beim Besetzen des Ofens bequem zu gestatten; dann muss der Thürrahmen, vor Allem die Schwelle der Thür, hinreichend stark und breit sein, um das Durchwälzen schwerer Stücke auszuhalten, und schliesslich muss eine genaue Schliessung der

Digitized by Google

Thür selbst durch eine tiefe Zarge und andere passende Eigenschaften ermöglicht werden.

Die Oeffnung selbst ist zunächst in der Wandarmatur ausgespart und mit glatten Rändern versehen; sie muss stets etwas grösser ausfallen, als die später zu mauernde Oeffnung, damit das Gusseisen der Armaturplatte nicht mit der Flamme in Berührung komme, sondern durch eine dünne Steinschicht geschützt werden könne.

Auf die Armatur sind zu beiden Seiten der Oeffnung zwei Coulissen, d. h. glatte Winkel, aufgeschraubt, welche die Führung der Thür bilden sollen und oben durch ein Querstück häufig so verbunden sind, dass beim Aufziehen der Thür diese hinter dem Querstück bleibt und stets auf der Wand des Ofens gleiten muss. Längs der Unterkante der Oeffnung ist eine starke Schwelle in Form eines Winkels angeschraubt, die eine hinreichende Auflage für eine etwa anzubringende schiefe Ebene zum Transport der Einsätze bildet.

Die Unterkante der Oeffnung und die Schwelle ist nur etwas höher als die Herdfläche und wird beim Zusetzen des Ofens noch gut verdichtet, um das Durchbrechen des Eisenbades zu verhindern. In den Oefen, wo die Einsatzthür nach dem Fuchse zu und der Eisensumpf selbst hinter der Feuerbrücke liegt, ist indess nicht nothwendig, die Schwelle der Thür viel höher zu legen, als die Herdfläche an dieser Stelle ist. Gut ist es, wenn man der Thürauflage eine leichte Schräge giebt, damit sie dichter schliesst und weniger leicht von der Wand abgleitet. (S. den Corbin'schen Flammofen, Taf. XV.)

Der Bewegungsmechanismus einer solchen Thür ist einfach; entweder bedient man sich eines Balanciers mit Kettensegment oder, namentlich bei schweren Thüren, wendet man eine grosse, auf einem besonderen Gerüst sich drehende Rolle an, um die sich eine Kette mit Gegengewicht schlingt. Die erstere Vorrichtung ist besonders bei kleineren Oefen anzurathen, die wiederholt und mit kleineren Stücken besetzt werden, während der andere Apparat sich

Digitized by Google

besser für grosse und schwere Thüren qualificirt, die nicht immerwährend geöffnet und geschlossen werden.

Bei anders gelegenen Einsatzöffnungen, wie z. B. an den grossen Flammöfen der Kanonengiesserei zu Spandau, wo von der Stirnseite des Ofens aus über die Feuerbrücke weg eingeladen wird, versetzt man die Oeffnung mit einem feuerfesten Mauerwerk, welches nachher wieder leicht entfernt werden kann. Eine solche, stets etwas zeitraubende Einrichtung dürfte sich nicht für alle Etablissements empfehlen, namentlich nicht für solche, welche viel Handels- und Maschinenguss aus dem Flammofen darstellen.

Wiederholen sich an einem Ofen die Einsatzthüren, so kann man dieselbe Einrichtung bei allen anbringen.

§. 105. Um den Gang der Arbeit zu überwachen, bringt man häufig an den Flammöfen eine oder mehrere Beobachtungsöffnungen — Visirlöcher — an, welche zu diesem Behuf eine leichte eiserne Zarge erhalten. In diese Zarge passt ein mit feuerfestem Material gefütterter Rahmen als Thür und kann mittelst einer Handhabe leicht bewegt werden. Solche Visire liegen bei älteren Oefen stets über der Stichöffnung (vgl. Taf. X—XIII. incl.): theils an der Arbeitsseite, theils an der Fuchsseite, je nach der Lage des Stichs; ausserdem aber ist es praktisch, auch andere Stellen beobachten zu können, und es empfiehlt sich die Anlage von Visiren in der Einsatzthür oder an der Seite des Fuchses.

Diese Visire können gleich so belegen sein und solche Grössen erhalten, dass man durch dieselben Arbeitsgezähe einführen und im Ofen gebrauchen kann, wenn die Schmelzung nicht gleichmässig genug voranschreitet und wenn beim Besetzen des Ofens Etwas versäumt worden ist.

Man findet diese Einrichtung keineswegs so verbreitet, als sie es verdient, und namentlich sind nur selten Visire in den Einsatzthüren vorhanden, die doch von dem Fortgang des Schmelzens allein unterrichten können.

Digitized by Google

Sehr praktisch sind die Verschlüsse an den Visiren der zwei mittleren Thüren des Corbin'schen Ofens (Taf. XV.), wo brillenartige Schilder sich um einen über der Visiröffnung angebrachten Stift drehen lassen und durch ihre eigene Schwere stets geneigt sind, diese Oeffnungen zu decken, ähnlich wie die Messingschilder der Thürschlüssellöcher.

In der vollkommensten Weise angeordnet finden sich die Visire und Arbeitsthüren bei den grösseren Oefen der Spandauer Geschützgiesserei; es sind an denselben auf jeder Arbeitsseite zwei neben einander angebracht, die mit weiten, nach aussen etwas vorspringenden Trichtern versehen und zum Nachsetzen von Metall und zum Rühren des Bades beim Bronceschmelzen bestimmt sind.

Deshalb haben sie auch $1-1\frac{1}{2}$ □F. Querschnitt, eine Abmessung, welche für ein blosses Visir zu bedeutend sein würde, hier aber seine volle Berechtigung hat. Eine dritte Oeffnung liegt am Fuchsende der Oefen über dem Stich derselben und ist mehr hoch als breit; sie dient dazu, die Oberfläche des fertigen Metalls zu übersehen und ist von der Giesshütte aus zugänglich.

Ueber diesem Visir liegt eine vierte Oeffnung mit rundem eisernen Futter am Beginn der Esse, deren Bestimmung sein dürfte, die Besichtigung der Flamme in dieser Höhe und etwaige Temperaturmessungen zu gestatten, da sie bereits im weiten Theile des Fuchses bei seinem Uebergang zum Essenquerschnitt liegt.

Bei den kleineren Flammöfen desselben Etablissements ist in der Mitte der seitlich belegenen Einsatzthür ein Visir angebracht, ein anderes über dem Stich an dem Fuchsende des Ofens und ein drittes in der beginnenden Esse über dem zweiten Visir und offenbar demselben Gebrauch gewidmet, wie das entsprechende Visir der grösseren Oefen.

§. 106. Zur Entleerung des Ofens dient der Stich, eine im Mauerwerk des Apparats ausgesparte Oeffnung, die während des Schmelzens verschlossen ist. Die Lage des Stichs hängt von der

Digitized by Google

Form des Herdes ab und kann sowohl seitlich als auch an der Fuchsöffnung angeordnet werden; die Einrichtung desselben, seine Armatur, bleibt stets dieselbe.

Um das Mauerwerk an dieser Stelle nicht zu stark durch die zum Abstechen benutzten Brechstangen anzugreifen, bekommt die Stichöffnung meist eine eiserne Zarge, welche namentlich die Aussenseiten der Oeffnung schützt. Diese Zarge oder das Futter des Stichs ist weiter als der eigentliche Stich selbst und geht nur durch die erste Mauerschicht hindurch. Die letzte Mauerschicht oder die Sandbettung des Herdes kann nicht mit Eisen gefüttert werden, man setzt aber die Zarge am Anfang der letzten Mauerschicht so ab, dass die Brechstange sofort die richtige Stelle findet, ohne die Kanten zu beschädigen.

An den einzelnen Beispielen sind diese Stichfutter deutlich genug zu erkennen, spielen indessen keine solche Rolle, dass noch länger dabei zu verweilen nöthig wäre.

An den Stich stösst gewöhnlich noch ein aus festgestellten gusseisernen Platten bestehender Sumpf, in welchen das Eisen zunächst abgelassen wird und sich mischt, ehe es in die Läufe nach den Formen gelangt.

Bei Oefen, welche mit der Fuchsseite an die Mauer der Hütte stossen, wird diese Wand stets durchbrochen und mit einem Thürbogen versehen, der nur eine steinstarke Füllung erhält; diese Füllung liegt an der Aussenseite und im Innern entsteht dadurch eine vielleicht $1^1/_2$—2 F. tiefe Nische, in welche der Sumpf gelegt werden kann. Zwei bis drei mit einander fest verbundene Platten stossen an die Mauerecken, in denen sie verankert werden, und grenzen vor der Nische einen polygonalen Raum ab, der mit Sand ausgebettet ist.

Die eine dieser Bekleidungsplatten ist, meist dem Stich gegenüber, mit einem 3—4 Z. breiten Schlitz versehen, durch den das Eisen in die Läufe abgelassen werden kann; eine Vorsatzschaufel mit noch klei-

Digitized by Google

nerer Oeffnung wird vor diesen Schlitz gesteckt, um einen Eisenstrahl von ganz bestimmter Stärke zu erzielen.

Indessen gehört diese Vorsatzschaufel bereits zu den Geräthen des Ofens und hier ist nur die aus Platten zusammengesetzte Umwallung des Sumpfes zu verzeichnen — als noch zur Armatur eines Flammofens gehörig. Nicht selten wird der Sumpf jedoch ganz entbehrlich, indem man zunächst in eine Giesspfanne absticht und aus dieser giesst; ein solches Verfahren ist besonders deshalb von Vortheil, weil durch dasselbe jede Verunreinigung des Gusses durch abfallenden oder abgespülten Sand vermieden wird.

§. 107. Die Esse der Flammöfen bildet in Bau und Fundamentirung einen besonderen und ziemlich unabhängigen Theil des Apparates, und verdient ihrer Wichtigkeit wegen eine ausführlichere Besprechung, bei der wir am Besten der gründlichen Relation von Karsten (a. a. O. III., S. 376, §. 749) unter Hinweis auf Taf. XXIII., XXIV. und XXV. des Atlasses folgen.

Man kann hauptsächlich zwei Dispositionen bei der Anlage von Essen unterscheiden, nach deren Wahl sich auch die Armatur richtet.

Entweder verfährt man so, wie es die auf Taf. X. und XI. abgebildeten Gleiwitzer Flammöfen zeigen, d. h. man legt die Flammöfen neben die auf massivem Fundament aufgemauerten Essen und verbindet den Schmelzraum mit dem Untertheil der Esse durch einen seitlich abgeführten ansteigenden Fuchs; oder man stellt die Esse auf ein starkes Lager von eisernen Platten, die ihrerseits wiederum von 4—6 Säulen getragen werden, so dass zwischen denselben Platz für das Fuchsende des Ofens bleibt und der Fuchs direkt in die Esse führen kann. Die auf Taf. XII. abgebildete Ofengruppe aus Saynerhütte zeigt eine solche Disposition mit 6 Säulen und einem darauf ruhenden Tragekranz.

Früher führte man allgemein die Essen von unten aus ganz massiv in die Höhe — stellte den Flammofen

Digitized by Google

neben die Esse und verband den Arbeitsraum mit dem Essenschacht durch den Fuchs.

Die andere, häufiger vorkommende Einrichtung ist ungleich zweckmässiger; die Esse wird dabei durch eiserne, auf gegossenen Trageständern ruhende Platten getragen und es bildet sich ein offener Raum zwischen den Trageständern unter der Esse, der den vorderen Theil des Flammofens aufnimmt, so dass es nur eines kurzen Fuchses bedarf, oder nur einer Fuchsöffnung, um die Verbindung des Ofens mit dem Essenschachte herzustellen. (Karsten a. a. O., S. 378.)

Obwohl diese letztere Einrichtung an sich ganz zweckmässig ist, so lässt sie sich dennoch nur bei mangellos construirten Oefen anwenden, sobald der Herd der Oefen so stark geneigt ist, dass das Eisen längs desselben hinabfliessen und sich in einem Sumpf unter der Fuchsöffnung ansammeln muss, ist jene Disposition nicht besonders vortheilhaft — weil der Fuchs dadurch eine noch weniger günstige Lage erhalten würde, als ihm bei Oefen mit geneigtem Herde ohnehin schon zugetheilt werden muss. Diesem wäre entgegenzuwirken dadurch, dass man den Fuchs über dem tiefsten Punkt des Herdes im Gewölbe anbringt und etwas zurückgebogen in die über dem Ofen stehende Esse einführt.

Jedenfalls ist eine solche Disposition weniger fehlerhaft als diejenige, bei welcher der Fuchs, seitlich aus dem Ofen tretend, in den Fuss der Esse einmündet und der Zug wenigstens zweimal rechtwinkelig gebrochen wird.

§. 108. Es wird sich nach dem Gesagten empfehlen, zunächst die Construktion der Essenmäntel zu betrachten, und dann erst zu den accessorischen Armaturstücken überzugehen, welche durch die neuere Disposition bedingt werden.

Jede Esse kann ihren Zweck nur sehr unvollkommen erfüllen, wenn die Mauerung durchgehende Risse und Sprünge erhält, wenn also durch dieselben die schwerere atmosphärische Luft in den Essenschacht

Digitized by Google

dringen und den Luftzug in hohem Grade vermindern würde. Ein solcher Zustand der in Betrieb befindlichen Essen wäre aber ganz unvermeidlich, wenn man sich begnügen wollte, die Essenwände aus einer homogenen Schicht zu mauern, wenn man also nicht darauf Bedacht nähme, sowohl die Innen- als die Aussenflächen aus besonderem Material zu bilden. Diese Reflexion giebt den Begriff für Armatur und Futter der Esse; die äussere Hülle der Essen, sei sie gemauert oder von Metall, bildet den Inbegriff der Armatur, während die Steinschicht, welche die Innenfläche verkleidet, das Futter genannt wird.

Jene hält vergleichsweise sehr lange, während das Letztere öfters erneuert werden und als in constructiver Beziehung vollkommen unabhängig sein muss.

Während das Futter naturgemäss aus feuerfestem Material hergestellt wird, bedient man sich zur Ausführung der Essenmäntel guter Backsteine von gewöhnlicher, nicht feuerfester Beschaffenheit. Rothe oder gelbe Klinker eignen sich am besten dazu, obwohl bei einiger Stärke des Futters der Mantel auch aus weniger theuerm Material gebaut werden kann.

Trotzdem ist bei dem Bau desselben immerhin grosse Genauigkeit nothwendig und namentlich darauf zu sehen, dass die Fugen so schwach als möglich gehalten werden.

In dieser Beziehung erleichtern wohlgeformte Steine mit sauberen Kanten die Arbeit ausserordentlich und empfehlen sich um so mehr, als sie gleichzeitig eine bessere Qualität in der Masse besitzen. Zu bemerken ist noch, dass man sich des Cements bedient, um Essen zu bauen, da sie vermöge ihrer Lage und ihrer Bestimmung vorzugsweise an feuchten Niederschlägen und nachtheiligen Einflüssen zu leiden haben.

§. 109. Es ist indessen nicht genügend, eine noch so sorgfältig erbaute Esse ohne andere Vorsichtsmaassregeln aufzuführen und dieselbe in Betrieb zu nehmen. Die in der Behauptung des vorigen Paragraphen aufgestellten nothwendigen Bedingungen zur Wirksamkeit einer Esse werden nicht allein durch saubere Mauerung

Digitized by Google

erreicht, sondern bedürfen zu ihrer Verwirklichung anderer Hülfsmittel.

Eine gut gemauerte Esse muss, um den Mantel dicht und ganz zu behalten, mit Ankern versehen sein, die gleich bei dem Aufmauern in oder um das Mauerwerk gelegt werden.

Die gebräuchlichste Form solcher Verankerungen für quadratische oder oblonge Essen ist in den Essen-Details der Taf. X u. XI enthalten und besteht darin, dass längs der Kanten jedes Absatzes der Esse auf jeder Seite eiserne Schienen herablaufen, welche durch eine ganze Reihe von übereinander, in bestimmten Zwischenräumen wagrecht in den Mantel gelegten Ankerstäben gehalten werden. Die letzteren haben durchlöcherte Köpfe, durch die jene Schienen gesteckt sind, und liegen in der Mittelebene der Mauerstärke des Mantels; sie bilden der Richtung nach zwei sich rechtwinklig berührende Systeme und alterniren in der Aufeinanderfolge, um den Halt der Mauer zu verstärken, d. h. die Angriffspunkte der Anker zu vervielfältigen.

Kommen in einen Essenmantel zwei quadratische Futter neben einander, so dass, wie bei den Gleiwitzer Oefen, ein sehr breiter, rektangulärer Querschnitt entsteht, so legt man auch in die Mitte der Breitseiten des Mantels Ankerstäbe und Schienen, um ein Ausbauchen dieser Mantelflächen durch die Hitze zu verhindern.

Bei runden Essen werden Reifen um den unteren heissesten Theil gelegt, selten aber durch Langstäbe so verbunden, dass sich ein förmliches Netzwerk eiserner Bänder um das Mauerwerk schlingt. Da indess runde Essen nur als Collektivapparate, dagegen für einzelne Oefen wie für Giessereiflammöfen weniger gebräuchlich sind, so kommt diese Art Verankerung bei Giessereianlagen fast niemals vor.

§. 110. Statt der Verankerungen kann man wirkliche eiserne Armaturen bei den Essen der

Digitized by Google

Flammöfen anwenden und lässt dabei den genannten Mantel ganz und gar wegfallen.

Am Bequemsten ist hierbei ein aus Kesselblech genieteter, nach oben etwas conisch zulaufender Mantel, in welchen das feuerfeste Futter unmittelbar eingebaut werden muss. Aus einzelnen Fragmenten zusammengeschraubt, hat eine solche Essenarmatur innen vorspringende Ringe, die dazu geeignet sind, das feuerfeste Futter zu tragen und in seinen einzelnen Zonen unabhängig zu machen. Die von Karsten (Atlas, Taf. XXIV., Fig. 10—12) abgebildete Flammofenesse von Seraing trägt zwar solche Ringe nicht und das feuerfeste Futter ist zusammenhängend, aber in 2 cylindrischen Absätzen von unten aus in die Höhe gemauert; indessen erleichtert, wie schon bei der Armatur der Schachtöfen ausgeführt worden ist, das Vorhandensein solcher Ringe die Reparatur und Erneuerung der Futter ausserordentlich.

Jene Blechessen von Seraing besitzen in Abständen von 7—10 Fuss längliche, von aussen zugeklinkte Thüren, durch die eine Revision und Ausbesserung des feuerfesten Futters möglich ist. Inwiefern dabei die Nachtheile der Continuität desselben überwunden werden, hat Karsten nicht mitgetheilt.

Eine andere eigenthümliche Eisenhülle eines Schornsteins ist auf derselben Taf. XXIV., Fig. 6—9 dargestellt und aus Gusseisen angefertigt. „Die einzelnen „Platten sind neben und über einander gepasst, in den „horizontalen Stössen zusammengeschraubt und in den „senkrechten Stössen mittelst Bolzen und Splinten mit „einander verbunden. Die letztere Verbindungsart ist „gewählt, theils um die grösseren Kosten des Zusammenschraubens zu ersparen, theils um schneller und „leichter die Ablösung und das Abnehmen einer der „Platten bewirken zu können, wenn Reparaturen des „Schachtfutters dieses nothwendig machen. Um die „Ziegel des Kernschachtes abzukühlen, sind die eisernen Umfassungsplatten mit vielen Oeffnungen versehen. Diese Construktion ist wenig zu empfehlen „und nur dann zu entschuldigen, wenn ein gutes Ma-

Digitized by Google

„terial zu feuerfesten Ziegeln nicht zu erhalten ist.“ Die letzte Bemerkung Karsten's ist nicht zutreffend, da in einer gut construirten Esse die durchschnittliche Temperatur überhaupt nie so hoch steigen darf, dass die Steine glühen. Also kann selbst ein weniger gutes Material zu den Futterziegeln nicht Veranlassung werden, mittelst des Durchbrechens der gusseisernen Armaturstücke Wärmeverluste zu schaffen, um das Futter länger zu erhalten.

Wenn das Futter hinreichend isolirt wird, so ist diese Art, den Schornstein mit Gusseisenplatten einzumanteln, durchaus nicht so verwerflich, als es nach Karsten den Anschein hat, und ebenso ist dessen gegen die Blechmäntel der Essen ausgesprochener Vorwurf der unnützen Wärmeverluste nicht ganz zutreffend, da, eine hinreichend starke Isolirschicht zwischen Futter und Mantel vorausgesetzt, glatte Metalloberflächen weniger Wärme ausstrahlen als rauhe Mauerflächen.

§. 111. Als eigenthümlich ist noch eine Anordnung des Mantelmauerwerks zu erwähnen, die darauf abzielt, sowohl eine Erleichterung des Fundaments, als auch eine leichte Kühlung des Essenfutters neben besserm Zugang zu demselben zu bewerkstelligen.

Karsten beschreibt (a. a. O. S. 379) die Construktion der Essen, die bei den Flammöfen zu Walker Colliery bei Newcastle u/T. erbaut worden sind.

„Diese Essen von beiläufig 41 Fuss Höhe ruhen „auf 4 hohlen gegossenen eisernen Säulen von 6 F. „Höhe und 9 Z. Durchmesser bei 1 Z. Eisenstärke.

„Die Unterlage dieser Säulen ist eine auf einem „massiven Fundament liegende Bodenplatte; die Säulen „selbst tragen eine gegossene eiserne Platte, auf wel„cher die massive Esse aufgeführt ist. Die Esse be„steht aus einer äusseren Umfassungsmauer von ge„wöhnlichen Ziegeln und aus einer inneren, nur 4 Z. „dicken Futtermauer von feuerfesten Ziegeln, die in „einer Entfernung von 2 Z. von der äussern Mauer „in die Höhe geführt ist. Die Futtermauer ruht auf „vier 4 □Zoll starken geschmiedeten eisernen Stäben,

Digitized by Google

„welche auf den 6 Z. langen und breiten Vorsprüngen „der Tragplatte aufgelegt sind.

„Auf diese Art wird zwischen der äusseren und „inneren Mauer ein 2 Z. breiter hohler Raum gebil„det, durch den die atmosphärische Luft hindurch„strömt und die innere Futtermauer abkühlt, um das „schnellere Wegschmelzen derselben zu verhindern. „Eine Verankerung der Esse ist nicht vorhanden."

Auch hier macht Karsten die unnütze Abkühlung der Einrichtung zum Vorwurf und giebt ihre Anwendbarkeit nur für den Fall zu, dass das Material des inneren Schachtes seiner Qualität wegen der Abkühlung nothwendig bedürfe, um einige Zeit intakt zu bleiben.

Zweckmässiger sind die Essen mit durchbrochenem Rauhgemäuer, wie sie Karsten (a. a. O. S. 380) auf Taf. XXIV, Fig. 1—5, veranschaulicht hat.

„Die Futtermauer steht mit der Rauhmauer nicht „weiter in Verbindung als dadurch, dass von einer „Entfernung zur andern feuerfeste Steine aus der „Futtermauer vorspringen, welche auf dazu ange„brachten Absätzen in der Rauhmauer ruhen. Da„durch und durch den Füllungsraum zwischen Kern„schacht und Rauhmauer wird bewirkt, dass sich der „erstere nicht allein seitwärts, sondern auch der Länge „nach ungehindert ausdehnen kann, ohne einen Druck „gegen die Rauhmauer auszuüben.

„Der Kernschacht leidet gewöhnlich nur im ersten „Drittel seiner Höhe durch die aus dem Fuchs strö„menden glühenden Gase; weiter oben im Schacht ist „die Luft schon so abgekühlt, dass das Schmelzen*) „der Futtersteine nicht zu besorgen ist. Daher wird „die Auswechselung des Kernschachts auch vorzugs„weise nur im ersten Drittel seiner Höhe vorkommen. „Die Aussparungen in der Rauhmauer in „dieser Höhe haben den Zweck, zu den „schadhaft gewordenen Stellen des Kern-

*) Auch hier macht sich die übertriebene Anschauung Karsten's von der Hitze in einer Flammofenesse geltend!

Digitized by Google

„schachtes leicht zu gelangen, auch nöthi-
„genfalls die Auswechselung dieses Theils
„des Schachtes vornehmen zu können. Eine
„Abkühlung des Kernschachtes mittelst eines
„Luftstromes durch die Füllung findet nicht
„statt."

Die letzte Behauptung Karsten's ist nicht ganz genau — eine Flammofenesse für Giessereibetrieb mit solch durchbrochenem Mantel gab, den Erfahrungen des Verfassers zu Folge, entschieden schlechtere Resultate als volle Essen auf demselben Werke.

§. 112. Was nun die Anwendung eines Säulengerüstes anbetrifft, um die Esse nicht neben das Fuchsende des Ofens, sondern über dasselbe stellen zu können, so geben die auf Taf. XII dargestellten Flammöfen von Sayn dle deutlichste Anschauung einer solchen Anordnung.

„Auf der genannten Hütte befinden sich (Kar-
„sten a. a. O. S. 386) grössere und 2 kleinere
„Flammöfen, welche je zwei nicht allein eine Esse,
„sondern auch eine von den Seitenwänden gemein-
„schaftlich besitzen, wie die Zeichnung (bei Karsten
„Taf. XXV, Fig. 1—5) ergiebt. Die Oefen stehen
„dergestalt unter der Esse, dass die Füchse — wie es
„zweckmässig immer sein sollte — nicht aus einem Ca-
„nal, sondern blos aus einer Oeffnung bestehen, durch
„welche die Verbindung des Ofens mit dem Essen-
„schacht bewirkt wird."

In gleicher Eleganz wie bei den Sayner Oefen ist die Fundamentirung der Essen auf Säulen nicht jederzeit ausgeführt — indess sind immerhin zu einer solchen Construktion nothwendig:

a) eine Fundamentplatte — rahmenartig gegossen, welche sich auf das Bruchsteinmauerwerk des Fundaments auflegt und auf ihrer obern Seite Schuhe oder Hälse für die Säulen oder Ständer trägt, um einen sichern Stand derselben zu ermöglichen;

b) eine Gruppe von 4—6 Säulen oder Ständern — theils von röhrenförmigem, theils von H för-

Digitized by Google

migem Querschnitt — hinreichend stark im Verhältniss des Durchmessers zur Höhe, dass die Gefahr des Zerknickens nicht eintreten kann;

c) eine Kopfplatte, aus einem oder mehreren mit einander verklammerten Stücken bestehend, welche gewöhnlich aufstehende Ränder an der Oberseite haben, um das Mantelmauerwerk der Esse zu umschliessen. Mit den Säulen oder Ständern sind die Theile der Kopfplatte durch Schuhe und Hälse eben so sicher verbunden, als die Fundamentplatte.

Bei der Anlage eines solchen Essengerüstes kann man den Flammofen nicht in gleicher Breite von der Feuerseite zur Fuchsseite führen und es entsteht an der Esse entweder ein plötzliches Absetzen der Langseiten oder ein allmähliches Verschrägen derselben zur Fuchsseite findet statt. (Den letzteren Fall zeigen die Sayner Oefen, Taf. XII.)

Die Armatur der Oefen erleidet dadurch eine Abänderung, insofern an die erwähnten Absätze die beiden, den vorderen Stirnankern entsprechenden Ankerplatten zu liegen kommen, die Fuchswände des Ofens mithin mittelst besonders zusammengerückter Verkleidungsplatten geschützt sind oder durch die Säulen des Essengerüstes eingeschlossen und gehalten werden.

Bei manchen Oefen ummauert man die Essensäulen vollständig und giebt dem unteren Absatz der Esse fast die ganze Breite des Ofens; einer der in Gleiwitz an der Lehmförmereihütte befindlichen Oefen besitzt eine solche versteckte Armatur.

Noch ist in Betreff der Essenarmaturen anzuführen, dass Klappen und Schieber selten vorkommen, also bei den Giessereiflammöfen diejenigen Theile nicht zu finden sind, die zu ihrer Aufnahme dienen.

Der continuirliche und in seinen Phasen unveränderlich gleichmässige Betrieb der Flammöfen macht die Anwendung solcher Hülfsmittel zur zeitweisen Aenderung der Temperatur überflüssig.

§. 113. Von Interesse sind noch die Betrachtungen Guettier's, der in seinem „Traité de la fon-

Digitized by Google

derie“ (S. 196, §. 375) das Folgende über die Anlage der Essen bei Flammöfen mittheilt:

„Der Kamin ist der kostbarste Theil der Con„struktion eines Flammofens, wegen der Höhe, die man „demselben nothwendigerweise geben muss.

„Er muss auf soliden Fundamenten ruhen und an „verschiedenen Punkten seiner Höhe durch eiserne Zug„stangen verankert werden. Man hat die Gewohnheit, „die Mauerstärke noch oben hin geringer zu machen, „um theils an Material zu sparen, theils den auf die „Grundfläche ausgeübten Druck zu vermindern.

„Der innere Theil des Kamins bis auf 1—2 Meter „über dem Niveau des Ofenherdes wird aus feuer„festen Steinen hergestellt, während für den übrigen „Theil der ganzen Höhe gewöhnliche Ziegeln ange„wandt werden können.

„Bei breiten Fundamenten und disponiblem Mate„rial von guter Qualität kann man sich der Anwendung „von eisernen Ankern entschlagen. Dann giebt man „dem Kamin mehrere Absätze, deren jeder die Dicke „des Apparates um Einiges vermindert.

„Auch kann man noch die Anwendung des Eisens „vermeiden, indem man einen Kamin mit starken Kanten „oder schwacher Füllung construirt.

„Trotzdem aber die Festigkeit eines „solchen Kamins garantirt werden kann und „seine Construktion eine äusserst einfache „ist, so kann doch nicht zu seiner Annahme „gerathen werden, da die Ausdehnung, d. h. „die Vergrösserung der Oberflächen, dieselbe „zu leicht zugänglich für den Einfluss der „atmosphärischen Luft macht — ein Einfluss, „welcher stets dem Zuge schadet.“*)

Die letzte Bemerkung des erfahrenen französischen Giessmeisters ist von Wichtigkeit, weil sie anzeigt, dass die Ausstrahlung der Wärme von Seiten der

*) Der Inhalt des §. 375 ist in freier Uebertragung wiedergegeben worden.

Digitized by Google

Essenoberfläche wichtig und der Grösse dieser Fläche proportional sein müsse.

§. 114. Das Futter der Flammöfen beschäftigt uns weniger ausführlich, weil in Betreff des Materials dasselbe gilt, was §. 28 u. ff. über das Zustellungsmaterial der Cupolöfen gesagt ist.

Wie daselbst lässt sich das Futter am Besten nach den Wirkungszonen des Ofens zergliedern, doch sind hier einige construktive Schwierigkeiten zu überwinden, welche bei den Schachtöfen nicht vorkommen und die vorliegende Aufgabe wesentlich compliciren.

Man unterscheidet bei dem Ausbau der Flammöfen, abgesehen von dem Fundamentsockel, in welchem auch die Armaturen gegründet sein müssen:

α das Futter des Feuerraums, d. h. die Seitenwände und die Rückwand desselben, welche letztere die Feuerbrücke trägt;

β das Futter des Herdes, d. h. die Seitenwände, Thürfutter und die Feuerbrücke des Ofenherdes;

γ die Grundlage und den Ausbau des Herdes, d. h. die feuerfesten Unterlagen der Sand- oder Massebettung, welche die Herdfläche bildet;

δ das Gewölbe über Feuerraum und Herd von dem Rost bis an den Fuchs;

ε das Futter des Fuchses und der Esse, d. h. die feuerfeste Verkleidung dieser Abzugscanäle bis zu einer bestimmten Höhe oder Entfernung von dem Herd.

Das Futter des Feuerraums und das Futter des Arbeitsraums fallen in construktiver Beziehung zusammen, so dass es geboten erscheint, sie bei der Besprechung nicht zu trennen. Sie bilden hauptsächlich drei Wandflächen — die beiden Langseiten des Ofens und die Rückwand des Feuerraums, d. h. die Grundmauer der sogenannten Feuerbrücke, und werden theils aus gewöhnlichen Ziegeln besserer Qualität, theils aus feuerfesten Steinen erbaut.

Auf dem breiten Fundamentsockel des Ofens, der

Digitized by Google

in seinen untersten Schichten gewöhnlich aus Bruchsteinen, in seinen höheren Schichten aus sauberem Ziegelmauerwerk besteht, werden zunächst nach Aufstellung der eisernen Armatur und geschehener Verankerung derselben die beiden Längsseiten des Ofens bis zur ungefähren Stichhöhe aus guten Steinen aufgeführt. Man kann mit der Anwendung guter, aber nicht feuerfester Ziegeln eventuell auch noch höher und bis hart an den Anfang der feuerberührten Fläche gehen; dieses ist aber nie von günstigem Einfluss auf die Haltbarkeit des Apparates. Der Verband des letztern ist dadurch an der Grenze zweier Temperaturgrade den Einflüssen der verschiedenen Beschaffenheit des Materials in der unglücklichsten Weise ausgesetzt und das ganze eine unrecht angebrachte Sparsamkeit.

Man kann die Auflagfläche der Rostbalken im Allgemeinen als das Niveau bezeichnen, bis zu welchem die Einfassungswände des Ofens überhaupt ohne weiteren Nachtheil aus gewöhnlichen Steinen angefertigt werden können. Liegt der Stich des Ofens tiefer als diese Ebene, so muss auf der Seite desselben das Mauerwerk, so weit es im einzelnen Falle nöthig scheint, aus feuerfesten Steinen errichtet werden.

Die dritte Wand, die hier in Beziehung kommt, die Feuerbrückenwand, erhebt sich über der Rückseite des im Fundament bereits ausgesparten Aschenloches und wird mit den Langseiten fest verbunden.

§. 115. Sobald man bis zur bezeichneten Höhe mit der Aufführung des Mauerwerks gekommen ist, fährt man zunächst mit der Aufmauerung der beiden Langseiten fort, welche nur bis zu der Contur des Gewölbanschlusses fortgesetzt werden, aber bereits die Gewölbe sämmtlicher Thüröffnungen in der Regel erhalten. Es ist zu bemerken, dass bei Oefen mit durchaus geschlossener eiserner Armatur, wo das Futter von der letzteren vollständig bedeckt wird, anders verfahren werden muss als bei Oefen, die verankert sind, sonst aber die nackten Mauerflächen zeigen.

Digitized by Google

Im letzteren Fall führt man zwei Futter von je Steinstärke nebeneinander auf, ohne sie zu verbinden — im ersten Fall baut man nur ein Futter, dem man etwa $1^1/_2$ Steinstärken giebt.

Indessen empfiehlt es sich auch für diesen Fall, zwei Futter zu bauen, weil bei Schadhaftwerden des Ofens in der Regel nur das innere Futter herausgenommen, resp. ausgewechselt zu werden braucht.

Bei der Arbeit führt man das äussere Futter durchweg so hoch, als der höchste Punkt des Gewölbes liegt, und nimmt nur bei stark profilirten Oefen, wie z. B. dem Flammofen von Corbin-Desboissières und den mit einem besonderen Laderaum versehenen Flammöfen der amerikanischen Kanonengiessereien davon Abstand, weil in beiden Fällen eine überflüssige Materialienverschwendung die Folge der Anordnung sein würde.

Bei allen Flammöfen von gewöhnlicher Bauart ist es jedoch vortheilhaft, die Langseiten so hoch zu führen, dass sie selbst im Scheitelpunkt des Gewölbes dasselbe überragen; dann ist es aber auch erforderlich, die Feuerseite ebenfalls durch eine gleich hohe Wand zu schliessen, was gewöhnlich nicht geschieht.

Durch eine solche Umgrenzung des Gewölbes gewinnt man über demselben einen Raum, um nach Vollendung des Ofens eine isolirende, die starken Strahlungs- und Leitungsverluste wenigstens zum Theil aufhebende Decke von Sand oder anderer lockerer Beschüttung anzubringen.

In Betreff der Ausführung der Mauerarbeit ist noch zu bemerken, dass, wie bei dem Bau der Schachtöfen, die Steine genau gefugt, nach innen vollkommen glattflächig und vollkantig sein müssen und dass man sich beim Legen der Steine eines dünnen, sandfreien Schlickers von feuerfestem Thon oder feingemahlener Chamottemasse bedienen muss. Die Steine werden fest aufeinander gerieben und der Schlicker dient nur dazu, die Adhäsion der Flächen zu steigern.

Dicke Fugen dürfen niemals vorkommen und ein anderes Verbandmaterial eben so wenig. Die Steine,

Digitized by Google

welche die Profile der Thürfutter und andere stärker gekrümmte Flächen bilden, sind sauber und scharfkantig zu behauen, wenn man nicht vorzieht, auf der Ziegelei gleich glattflächige Steine von verschiedenem Format herzustellen.

§. 116. Um den Ausbau des Herdes vorzunehmen, so weit derselbe überhaupt von Mauerwerk hergestellt wird, ist es nöthig, zu überlegen, ob der Herd mit dem Fundament durch ein massives Mauerwerk zusammenhängen soll oder ob man den ganzen Herd hohl legen und von unten her abkühlen will. Das letztere Verfahren ist seltener angewandt und von der Praxis der Puddelöfen für Stahl und Stabeisen abgeleitet, die, namentlich beim Schlackenfrischen, nicht gut ohne allseitige Kühlung des Herdes bestehen können.

Gleichwohl kann man bei den Gussflammöfen die Sohle des Herdes hohl legen, um einen recht warmen Herd und in Folge dessen weniger Schaalen zu bekommen, sowie auch, um den Fuchs unter dem Herde her und nach der Esse zu leiten.

In diesem Fall bedarf der Herd aber eines eisernen Gerüstes und man lässt dasselbe aus hochkantig gestellten rechteckigen Stäben bestehen, welche in passende Oeffnungen der die beiden Langseiten des Ofens haltenden Ankerstäbe eingelegt werden und unter dem Herd den Ofen durchschneiden. Auf diese Träger legt man starke gusseiserne Bodenplatten und auf diesen beginnt man die Aufmauerung und den Ausbau der Herdfläche.

Eine andere Art der Unterstützung des Herdes bewirkt man durch einfache Eisenplatten, welche, wie es in dem Längsschnitt des Staffordshireofen von Königin Marienhütte Taf. IV. angedeutet ist, in der Mauersohle des Herdes eingelegt sind. Ausserdem ist aber diese Sohle durch die Auflage auf die drei Trennungswände der unter dem Herd liegenden Flammenabzüge hinreichend unterstützt.

Noch anders ist die Fundamentirung der Herd-

Digitized by Google

sohle bei den Sayner Oefen, die auf Taf. XII. abgebildet sind.

In dem Bruchsteinmauerwerk des Hauptfundaments sind zunächst an der Feuerbrücke ein unter dem Längsmittel des Ofens hinlaufender Hauptcanal und drei sich kreuzende Feuchtigkeitsabzüge ausgespart, welche durch eine auf die Oberfläche des Mauerwerks gelegte Eisenplatte vollkommen bedeckt werden. Diese Züge münden mit ihrem Hauptzweig nach dem Aschenfall aus, wo sich stets ein lebhafter Luftwechsel entwickelt, und die Feuerbrückenmauer steht zu diesem Behuf auf einem Gewölbbogen, der die untere Hälfte jenes Zuges offen lässt.

Der übrige Theil des Herdes, der in Folge der eigenthümlichen Essendisposition dieser Sayner Oefen eine etwas zusammengezogene Gestalt hat, besitzt ebenfalls ein System von Abzügen, welche aber in einer auf dem Hauptsockel flach aufgelegten Ziegelschicht liegen und wieder von einer Eisenplatte gedeckt werden.

Auf diese beiden Platten erst baut sich das feuerfeste Mauerfutter des Herdes auf und wird von unten her nicht mehr durch andringende Feuchtigkeit abgekühlt.

§. 117. Eine einfachere Methode, den Herd vorzurichten, besteht darin, den ganzen Raum zwischen den Seitenmauern des Ofens bis auf einen starken Feuerbrückendamm und den unter dem Fuchs liegenden Stichdamm frei zu lassen und mit feuerfestem Schutt derart auszustampfen, dass zu unterst die gröberen Fragmente und zu oberst gesiebte Chamotte und feuerfester Thon kommt. Indess verursacht eine solche Herdunterlage stets Umstände beim Verändern der Zustellung und der Anwendung eines neuen Profils; besonders gefährlich ist vor Allem jede Nachlässigkeit beim Aufstampfen des Herdes, weil ein Durchfressen des Eisens und die Bildung wirklicher Sauen stattfinden kann, die hier ebenso störend sind, als beim Hochofenbetrieb, und oft die Fortexistenz des noch brauchbaren Gewölbes in Frage stellen.

Bei Oefen mit vertieftem, zunächst am Feuer lie-

Digitized by Google

gendem Sumpf, wie der bekannte Flammofen der Wöhlert'schen Eisengiesserei und die sogenannten Staffordshire-Oefen, mauert man nur die Feuerbrücke und die ganze schiefe, dem Fuchs näher liegende Fläche, auf der man das Eisen aufschichtet, und giebt diesen Mauerkörpern nach dem Herd zu leichte Böschungen, um das Einstampfen des letztern ohne Gefährdung des Mauerwerks ausführen zu können.

Die billigste Untermauerung des Herdes ist die Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen den Seitenmauern des Herdes und den Stirnwänden mittelst gewöhnlicher Steine bis auf 12—15" unter der durchschnittlichen Herdfläche. Auf diese Füllung kommt ein Belag von feuerfesten Steinen, der eine durchschnittliche Sandbettung von mindestens 6" trägt, welche die Oberfläche des Herdes bildet.

Bei einer Reparatur ist es dann nur nothwendig, den Sand und den feuerfesten Ziegelbeleg zu flicken, während die Unterlage aus gewöhnlichen Steinen ruhig liegen bleibt.

Natürlich ist bei solcher Anordnung die genaue Arbeit im Zusammenfugen der Steine Bedingung des Gelingens, da sonst eben so leicht ein Durchfressen des Eisens eintreten kann, wie bei dem Ausfüllen der Herdunterlage mit Chamottebruch und Masse.

Schliesslich ist zu bemerken, dass die etwaigen Abweichungen der inneren Wände des Schmelzraums von der oblongen Form, also die Einschnürungen in der Ofenbreite, stets auf die feuerfeste Herdunterlage gesetzt werden, welche die ganze Breite des Raums zwischen den ursprünglichen Futtermauern ausfüllt und einnimmt.

§. 118. Das Ofengewölbe selbst wird meistens in der folgenden Art aufgeführt, wobei zunächst auf einen Flammofen von der Gestalt der Gleiwitzer und Sayner Oefen Rücksicht genommen ist, nicht auf Profile complicirter Art, wie die Staffordshireöfen der Taf. XIV—XVI.

Auf der Feuerseite des Ofens ist ein winkelförmiger Balken in die Seitenwände fest eingemauert

Digitized by Google

oder auch in der Armatur befestigt, dessen Unterfläche mit der Rostoberfläche fast gleich, nur $^1/_2$—$^3/_4$" höher liegt, um etwaige Bewegungen und Verwerfungen der Eisentheile des Rostes zu gestatten.

Auf diesem Winkel beginnt das Gewölbe, welches, anfänglich nur eine leichte Krümmung von einer Ofenlangseite zur andern zeigend, sich genau nach dem Ofenprofil über den Feuerraum und den Herd hinweg dem Fuchse zuschwingt. Die Steine desselben werden gewöhnlich gleichlaufend zur Längsrichtung des ganzen Ofens aufgestellt, so dass ihre Hauptseiten senkrecht zum Querschnitt des Gewölbes stehen, in das Längsprofil des Ofens dagegen vollständig hineinfallen.

Wenn die Einsatzthür so hoch liegt oder so gross wird, dass der Scheitel ihres Schlussbogens eben so hoch oder höher wird, als der seiner Lage entsprechende Scheitelpunkt des Ofengewölbes, so muss der Schlussbogen der Thür sich in Form eines Gewölbausschnittes bis in den Ofen fortsetzen und an dieser Stelle ein einseitiges Kreuzgewölbe bilden helfen.

Sonst ruht überall das Ofengewölbe auf den Langseiten und die nicht zu hohen Thüröffnungen fallen vollständig in diese Langseiten hinein.

Bei sogenannten Staffordshireöfen, ebenso wie bei den Corbin'schen Ofen, bedient man sich zum Abschluss solcher Gewölbkanten besonderer Formatsteine, die einen starken Gewölbgurt zusammensetzen; derselbe spielt dann dieselbe Rolle wie der Winkelbalken, auf dem am Rost der Anfang des Gewölbes ruht.

Das Material der Ofengewölbe muss besonders ausgewählt werden und die Arbeit muss in gleichem Maasse sorgfältig sein, da dieser Theil des Ofens am meisten der Zerstörung ausgesetzt ist und unter allen Theilen des Mauerwerks am ehesten einer Auswechselung bedarf.

Guettier spricht in seinem „Traité de la fonderie", S. 195, §. 373, ziemlich ausführlich von der Nothwendigkeit, das Gewölbe des Flammofens von bestem Material und in gewissenhaftester Ausführung zu bauen.

Digitized by Google

Unter andern Gründen führt er an, dass ein schlechtes Gewölbe nur 8—10 Schmelzen aushielte, während eine sorgfältig gemauerte Wölbung 60, selbst 80 Schmelzen vertrüge. Demnächst befürwortet er vor Allem, als Wärme sparend und als Schutzmittel des Gewölbes, eine Decke desselben aus Cinders, Aschen, gepochter Schlacke und anderen schlechten Wärmeleitern, welche nach aussen zu mit einer fetten und glatten Lehmschicht überzogen sein müssen, um die Strahlungsverluste zu vermindern.

Wir können uns diesem Rathe nur anschliessen.

Bei besonders scharfem Betriebe hat man auch wohl versucht, anderes Material als feuerfeste Ziegeln anzuwenden; man bediente sich z. B. bei der Zustellung der Eck'schen Feinöfen in Oberschlesien (Gleiwitz und Königshütte) eines Quarzschiefers aus dem Glätzer Gebirge, der, leicht bearbeitbar, sorgfältig mit einem Chamottebrei zu einem Flammofengewölbe zusammengefügt wurde.

In Witkowitz bei Mährisch-Ostrau wandte man bei Schlackenpuddelöfen zu Stahlarbeit ebenfalls einen ähnlichen schiefrigen Quarz des Altvatergebirges an, der auch sonst, gebrannt und gemahlen, zur Anfertigung der feuerfesten Baumaterialien diente, und sehr brauchbar sich erwies.*)

§. 119. Das Futter des Fuchses und der Esse besteht aus denselben Steinen, welche zu den Seitenwänden und dem Gewölbe gebraucht werden; der Fuchs ist auf der Oberseite leicht gewölbt und dieses Gewölbe schliesst sich natürlich unmittelbar an das Gewölbe des Ofens selbst an, welches dem Fuchsende zu allmählig schmäler wird und endlich in dessen Dimension übergeht. Diese Uebergänge sind selten plötzlich, sondern verlaufen allmählich in einander, um

*) Derselbe kam (1863) aus der Herrschaft Wiesenberg in Mähren und wurde von da für ca. 56 Xr. nach Witkowitz geliefert.

Es ist ein grobschiefriges Material mit einer wenig deutlichen Querschieferung, welche die Bearbeitung erleichtert, von fast weisser Farbe mit schwacher Glimmerbeimischung.

Digitized by Google

der Wirkung des Feuers keinerlei Widerstand entgegenzusetzen.

Das Essenfutter kann oft zum grossen Theil erspart werden, insofern man ein feuerfestes Material zum Ausmauern der Essen und bis zu der Höhe anwendet, wo noch Gluth bemerkt wird, und sich von da ab der gewöhnlichen, für Essenbauten doch stets etwas besser zu wählenden Steine bedient.

Guettier sagt (a. a. O. S. 196, §. 375), dass es nur bis zu einer Höhe von 1—2 Metern über der Sohle des Herdes nöthig sei, der Esse ein feuerfestes Futter zu geben und dass man weiter hinauf ordinäre Ziegeln nehmen könne.

Der untere Theil des Essenfutters, der sich direkt an den Fuchs anschliesst, muss so gebaut werden, dass er von der Bewegung des Ofens abhängt, nicht aber von der des oberen Essenfutters oder gar des Esenmantels. Zu diesem Zwecke baut man diesen unteren Theil, direkt an den Fuchs anstossend. auf dem Herdkörper des Ofens auf und verbindet ihn sowohl mit den Seitenwänden, als mit dem Gewölbe des Fuchses. Er ragt dann meist so weit in die Esse hinein, als die Gluth andauert, und stösst nicht direkt an das weitere Futter, sondern bleibt von diesem noch um $^1/_2$—1 Steindicke getrennt. Das weitere Futter ist in anderer Weise festgelegt und bedarf keiner Stütze oder Unterlage; mithin hat man nicht nöthig, den unteren Theil des feuerfesten Futters als Fundament des oberen Essenfutters anzulegen.

Noch ist in Beziehung auf den Fuchs zu erwähnen, dass dessen Lage zum Herd die verschiedenartigsten Construktionen im Mauern hervorrufen und sehr complicirte Anordnung des Gewölbes etc. bedingen kann. Es ist hier nicht der Ort, auf solche Einzelheiten einzugehen, im Allgemeinen muss aber wiederholt werden, dass Ecken und Umwege der Flamme dem Zuge der Essen schaden und den Effekt der Oefen beeinträchtigen. Ausserdem vermindert sich meist die Solidität der Ausführung mit der zunehmenden construktiven Schwierigkeit, und es rächt sich die

Digitized by Google

schlechte Disposition des Ofenabzuges auch durch die geringere Dauer des Fuchses und des daranstossenden Essenfutters.

§. 120. Die jeder Schmelzung vorhergehende Zurichtung des Herdes kann man auch die Zustellung des Flammofens nennen, und dieselbe verdient am Schluss der Betrachtungen über das Ausmauern noch erwähnt zu werden.

Wie schon häufig angedeutet worden ist, besteht der Herd eines Flammofens aus einem durchaus plastischen und feuerfesten Material, welches mit der Gestellmasse der Cupolöfen oder der Bodenmasse derselben fast identisch ist. Der Boden des Herdes muss in jedem Flammofen wenigstens 6—8 Zoll stark sein, selbst eine grössere Stärke schadet nicht, vorausgesetzt natürlich, dass die Anfertigung dieses Herdes sehr vorsichtig und langsam geschieht. Der Boden muss vor Allem so beschaffen sein, dass er weder ausschmelzen kann, noch Sprünge und Risse beim Contakt mit den geschmolzenen Eisenmassen bekommt, in welche das Eisen eindringen könnte. Es ist daher nothwendig, dass mit dem Trocknen des Herdes sehr allmählich vor sich gegangen werde und dass man ähnlich verfahre, wie beim Herdmachen der Puddelöfen. Die gröbere und trockenere Masse wird zu unterst genommen und darauf erst die feinere und dichtere Masse aufgestampft; nachdem der Herd fertig geworden ist, feuert man langsam an und macht, um nicht unnütz Brennstoff zu verlieren, eine Schmelzung für grobe Zwecke, die kein besonders gutes, namentlich flüssiges Eisen erfordern. Dann reparirt man den Herd sorgfältig, verstampft alle Fugen und bestreut ihn, was auch das erste Mal geschehen kann, mit trocknem Sand, ehe man zum Einsetzen schreitet. Dabei gebraucht man häufig die Vorsicht, die Herdfläche mit schwachen eisernen Platten zu belegen, um beim Einlegen der Eisenstücke die noch etwas weiche Oberfläche nicht zu sehr zu verderben.

Wenn man es nie versäumt, nach dem Schmelzen den Herd von allen Schlacken zu befreien und alle

Digitized by Google

Fugen mit Masse oder Sand zu bestreuen und zu füllen, so erhält man nach kurzer Zeit einen wirklich dauerhaften Herd, der sich nur wenig und dabei vollkommen gleichmässig abnutzt und lange dienen kann.

Ein solcher Herd hält in seiner Totalität länger als ein Ofengewölbe und wird eigentlich nach jedem Schmelzen nur um so viel erneuert, als er abschmilzt. — Guettier giebt (a. a. O. S. 195, §. 374) an, dass die Herdsohle aus einer festgeschlagenen Schicht feuerfesten Sandes bestehen müsse, der auf hinreichend widerstandsfähigen Steinen ruht. Eine der besten dazu verwendbaren Substanzen sei der grobe Flusssand bei hinreichender Reinheit, und müsse man die Anlage von Trockencanälen nicht versäumen.*)

Das Profil der Flammöfen und seine Wandlungen. Flammöfen von Schlüter, Swedenborg, Monge. Oefen zu Chaillot, Ruelle. Profilirung von Launay.

§. 121. Aehnlich, wie es in den §§. 40—44 geschehen ist, gebührt es sich, vor der Beschreibung einzelner Flammöfen-Beispiele das Profil dieser Apparate und seine Wandlung zu betrachten, sowie auf das bereits berührte Verhältniss der einzelnen Theile zu einander zurückzukommen.

Eines der ältesten Profile eines Flammofens wird in Christ. Andr. Schlüter's „Unterricht von Hüttenwercken" S. 110 beschrieben und Taf. 42 mitgetheilt; es ist dieses ein englischer Blei- und Kupferschmelzofen, wie er in Flintshire und bei Bristol schon zu jener Zeit betrieben wurde, hat indess viel Aehnlichkeit mit den älteren Formen der Flammöfen zum Eisenschmelzen. Nach Schlüter's Angaben soll dieser, mit dem Namen Cupolofen eigenthümlicher Weise ausgezeichnete Apparat bereits 1698 „von drey curieusen Leuten inventirt worden sein, wovon einer, „Namens Whrigt, ein Doctor Medicinae und Chymi-

*) Diese dürften sich indess bei einer geringen Herdstärke, unserer Ansicht nach, nicht gut anbringen lassen.

Digitized by Google

„cus, der andere ein Goldschmidt und der dritte ein „curieuser Mann gewesen, welche daran viel Geld und „Zeit gewandt."

Dieser Ofen hat einen Mantel von starken Bruchsteinen und ein feuerfestes Ziegelfutter — der Feuerrost ist über dem geräumigen Aschenfall angebracht und mit einer seitlichen Aufgabethür für die Kohlen versehen.

Der Herd ist oval, mit Lehm ausgeschlagen, hat einen Stich unterhalb des Fuchses und eine Einsatzöffnung für Erze und Zwischenprodukte an der Seite.

Das Gewölbe ist ziemlich gerade gestreckt, wie das der Gleiwitzer und Berliner Oefen Taf. X., XI., XII. und über dem Herd hat es die gewöhnliche Krümmung; der Fuchs führt vom Scheitel desselben schräg empor in die neben dem Ende des Ofens stehende Esse.

Daraus ersieht man, dass die gesammte Disposition von der eines neueren Eisenflammofens nur wenig abweicht und dass der Hauptunterschied in der Grösse liegt. Diese alten englischen Flammöfen haben bis 18 F. Länge bei 12 F. Breite und 9 F. Höhe, waren also nicht im Stande, eine so hohe Temperatur hervorzubringen, als zum Schmelzen des Roheisens erforderlich ist.

Das Profil zeigt aber an, dass man damals eben so sorgfältig oder curieus gearbeitet hat, wie heut zu Tage, dass also die Leistung dieser Oefen eine vollkommen befriedigende gewesen sein muss. Ein wesentlicher Fortschritt in der Ofenconstruktion ist im 18. Jahrhundert folglich nicht gemacht worden; die eventuellen Verbesserungen betreffen meist die Armatur des Ofens, d. h. die äusserlichen Verhältnisse.

§. 122. Die Flammofenbilder in Emmanuel Swedenborg's Schriften*) sind so undeutlich und ohne jede Erläuterung gegeben, dass man nur schwer

*) Regnum subterraneum sive minerale de Cupro et Orichalco etc., 1734. pag. 135 et seq. Tab. XXXIV et XXXV.

Digitized by Google

einen Begriff über ältere Flammöfen sich nach denselben bilden kann.

So viel geht indessen daraus hervor, dass nur die englischen Hütten bei Bristol und Monmouth sich derselben unter gleichzeitiger Anwendung von mineralischem Brennmaterial bedienten und dass die Profile noch ziemlich eckig waren. Auch wurden diese Oefen sowohl zum Rösten, als auch zum Schmelzen gebraucht und besassen meist eine sehr grosse Höhe im Gewölbe, die wenig zur Concentration der Hitze beitragen konnte.

Im Text spricht Swedenborg allerdings mehrfach von einer ansteigenden Gewölbcurve, doch geht die Existenz derselben aus den Tafeln nicht hervor und es muss deswegen ein unvollkommenes Verständniss der damals seltenen Oefen solcher Art bei dem Verfasser vorausgesetzt werden.

Der erste Schriftsteller des vorigen Jahrhunderts, der mit vollkommener Deutlichkeit Flammöfen beschreibt und abbildet, ist Gaspard Monge, Genosse Lavoisier's und Berthollet's. Beauftragt, für die Instruktion der in Paris ausgebildeten Feuerwerker einen ausführlichen Leitfaden der Geschützfabrikation zu redigiren, registrirte der wissenschaftlich erfahrene Verfasser nicht nur die älteren Methoden des Handwerks, sondern auch die neuen, durch den Sturm und Drang der Revolutionsfeldzüge zu grösserer Schnelligkeit und Wirksamkeit ausgebildeten Verbesserungen in allen einschlägigen Arbeiten.*)

Ganz besonders ist der Fortschritt in dem Bau und Betrieb der Flammöfen geschildert und durch treffliche Zeichnungen belegt.

Monge sagt S. 80: Der Name Reverberiröfen *(Fourneaux à reverbère)*, den man diesen Apparaten gegeben, schreibt sich von der Voraussetzung her, dass das Gewölbe des Ofens hauptsächlich die Flamme

*) Description de l'art de fabriquer les Canons etc., par Gaspard Monge — imprimée par ordre du comité de Salut public. — Paris. — An 2 de la République française. Mit 60 Tafeln.

Digitized by Google

auf das eingesetzte Metall zurückwerfe und dessen Temperatur steigere.

Deshalb habe man auch viel zu viel Werth auf die Gestalt des Gewölbes gelegt, während sie nur auf die Dauer des Gewölbes Einfluss haben, niemals aber die Temperatur im Geringsten ändern könne.

Monge verliess deshalb auch die hohen Gewölbe und zog den Querschnitt des Ofens immer mehr zusammen, je weiter derselbe vom Rost entfernt ist, da er annahm, dass auch das Volumen der Flamme sich immer mehr zuspitze und dieselbe schlanker werde. Ausserdem betont derselbe Verfasser noch die Nothwendigkeit, jeden überflüssigen Raum zu vermeiden und eben so wenig Vorsprünge und Ecken ohne besondere Noth anzubringen, weil der Effekt des Ofens darunter leide.

§. 123. Auf den Taf. XVI. bis incl. XXV. des Werkes von Monge befinden sich die Details von 3 verschiedenen Flammöfen zur Geschützgiesserei, von denen ein älterer Ofen ausschliesslich zum Guss metallener Kanonen bestimmt gewesen zu sein scheint, während die beiden andern sowohl Eisen als Bronce aufnehmen konnten.

Der ältere Ofen hat einen fast kreisrunden Herd und repräsentirt die vollkommenste Gestalt der alten Bronceöfen, die übrigens sich auch noch in neueren Werken, z. B. der Erzgiesserei in München, wiederfinden.*)

Auf einem tiefen Fundament von Bruchsteinen, in welchem eine unter dem Rost, dem Herd und dem

*) Auch in dem bereits mehrfach genannten „Manuel du fondeur“ von Launay d'Avranches kommen derartige Oefen noch vor.

S. 298 beschreibt der Verfasser die zum Glockenguss nothwendigen Apparate und darunter einen solchen kuppelartig eingewölbten kreisrunden Ofen an einer zur Aufnahme von 4 Glocken vorgerichteten Dammgrube. Taf. 7, Fig. 1—7.

Dieser Ofen ist aber bereits durch Hinzufügen von 2 Schornsteinen verbessert, die sich über den Einsatzthüren befinden und 3—4 mal so hoch sind, als das Herdgewölbe in seinem Scheitelpunkt.

Digitized by Google

Stich hinführende, in die vor dem Ofen befindliche Dammgrube mündende Rösche ausgespart ist, wölben sich die ebenfalls aus Werkstücken bestehenden Unterlagen des Herdes und der Stichgasse auf. Der Feuerraum ist hoch und oben mittelst eines Kugelgewölbes verschlossen, in dessen Scheitel eine Aufgabeöffnung für das Brennmaterial ausgespart ist, die ein Schieber schliesst oder öffnet. Der Rost liegt ziemlich tief unter der Feuerbrücke, resp. der Schwelle des Flammenloches, und erhält die nothwendige Luftzuführung von der Rösche aus, in die man auf der Feuerseite des Ofens durch 2 quer hinunterführende Treppen gelangt.

Die Einsatzöffnungen, mit schweren, gefütterten Thüren versehen, befinden sich einander gegenüber, rechts und links von der durch Flammenloch und Stich gelegten Achse des Ofens, und der Stich öffnet sich unmittelbar über der Dammgrube.

Der Herd des Ofens, mit steilstehenden Ziegeln gepflastert, hat an der Feuerbrücke ein leichtes Ansteigen und ist im übrigen Theil vollständig eben. Das Gewölbe ist an der Feuerseite etwas convexer angeordnet und streckt sich nach dem Stich zu, so dass der Scheitelpunkt desselben nicht genau über der Mitte des Herdes, sondern mehr nach dem Feuer zu liegt.

Selbst bei diesen alten Oefen scheint man also die Nothwendigkeit eingesehen zu haben, den Längsschnitt des Raumes der Form einer sich zuspitzenden Flamme etwas nähern zu müssen.

Essen giebt es bei diesen Oefen noch nicht, sondern es sind in allen vier Ecken des Ofens Rauchlöcher angebracht, welche Flamme und Rauch in das Innere der Hütte entsenden; ein solcher Ofen ist also noch von primitivster Einrichtung und konnte, wie auch aus einigen Aeusserungen von Monge hervorgeht, nur in bereits glühendem Zustande beschickt werden. Zum Eisenguss war er untauglich und machte den folgenden Apparaten Platz, die bereits unseren jetzigen Flammöfen entsprechen.

Digitized by Google

§. 124. Es scheint, als ob die Giessereien von Chaillot und von Ruelle diejenigen gewesen seien, welche zuerst die neuen Oefen erhalten hätten. Der von Monge auf Taf. XXII. u. XXIII. abgebildete Flammofen in Chaillot ist von wesentlich rektangulärem, nach der Esse zu nur wenig verjüngten Grundriss. Das Gewölbe beginnt nicht unmittelbar am Roste, sondern erst in einer Höhe, welche der Feuerbrückenkante gegenüberliegt. Es ist flach, doch so geschlagen, dass der Scheitelpunkt über der Feuerbrücke liegt und dass der nach der Esse zu liegende Theil mehr gestreckt erscheint, als der über dem Feuer befindliche. Die Herdfläche ist etwas steiler als das Gewölbe, so dass die Entfernung beider an der Feuerbrücke am geringsten scheint und dass der Ofenraum erst nach vollendeter Schmelzung des Eisens und seiner Ansammlung im tieferen Theile des Herdes die Verhältnisse erhält, welche den von Monge selbst ausgesprochenen theoretischen Annahmen sich anpassen.

Die Bauart anlangend, so sind die Langseiten und das Gewölbe des Ofens, wie auch die Stirnseiten und die über dem Stich befindlichen Essen mit einer Steinstärke feuerfesten Materials ausgebaut und von einem durchschnittlich doppelt so starken Mantel gewöhnlichen Mauerwerks umgeben. Der Herd ist aus Masse circa 1 F. (Par. Maass) auf eine feuerfeste Unterlage, die von einem Gewölbe getragen wird, aufgestampft und dasselbe Material bildet auch die Substanz der Feuerbrücke, welche gerundet ist und in ihrem Umriss unmittelbar in die Herdfläche übergeht.

Die Feuerungsthür ist seitlich und nur wenig über der Rostfläche angebracht, die Einsatzthür dagegen mündet auf dem oberen Theil der Herdfläche und über dem Stich befindet sich noch eine Visiröffnung mit abgesetzter Zarge.

Die Oefen von Ruelle sind auf Taf. XXIV. u. XXV. abgebildet, liegen paarweise nebeneinander, mit getrennten Essen — eine Disposition, welche auch für die Oefen von Chaillot maassgebend ist — und sind ganz ebenso zugestellt, nur mit dem Unterschied,

Digitized by Google

dass die Herdfläche nicht geradlinig, sondern gebrochen angeordnet ist. An der Feuerbrücke, die hier rechtwinkelig aufgemauert ist, schliesst sich der Herd der Schwelle der Einsatzthür an und ist weniger geneigt, wogegen er an dem Stich einen wirklichen Tümpel bildet. Das Gewölbe ist nicht so flach, wie bei den in Chaillot erbauten Oefen, und geht auch bereits von der Rostfläche an stetig aufwärts, so dass sich hierin, wie auch in einigen Details der äusserlichen Construktion, bereits ein Fortschritt gegen die Oefen von Chaillot kund giebt, der direkt zu der jetzt noch gebräuchlichen Form von Oefen führte.

§. 125. Die Essen der von Monge angeordneten Flammöfen waren nicht sehr hoch, auch in ihrer ganzen Länge von gleichem Durchmesser und besassen in Folge dessen nicht immer die gewünschte Wirksamkeit; es muss daher als eine Verbesserung bezeichnet werden, dass Launay höhere und profilirte Schornsteine anwandte, von denen er jedoch in seinem Werke nur unvollkommene Notizen und noch weniger deutliche Skizzen Vol. I, Taf. I. giebt.

Allem Anschein nach verjüngt sich der Essenschacht bei 3 F. Höhe über dem Ofengewölbe auf einen Schlitz von 6 Z. Weite bei 27 Z. Breite und erweitert sich in 1 F. Abstand von da auf 18 Z. Weite bei 3 F. Breite, um bis zur Essenspitze, die 50 F. über dem letzterwähnten Niveau liegt, stetig abzunehmen und in eine lichte Oeffnung von 15 Z. im Quadrat überzugehen. Die innere Gestalt der Esse wird dadurch zu einer Pyramide, deren äussere Ummauerung indessen rechtwinkelig geführt und mit Ankern hinreichend gesichert ist, um nicht auszuweichen.

Diese eigenthümliche Construktion des Essenschachts soll zum Zweck haben, die Flamme in den Ofen zurückzudrängen und dadurch den Effekt zu steigern. Indess ist bereits bei den Oefen von Monge darauf Rücksicht genommen, dass die Fuchsöffnung kleiner sein müsse, als die Basis der Esse, und es wird diese Verengung durch das Hineinragen des Gewölbfutters in die Esse selbst ganz in ähnlicher Weise

Digitized by Google

bewirkt, wie es aus den Abbildungen der Spandauer Flammöfen ersehen werden kann.

Mit dieser von Launay angegebenen Neuerung ist das Profil des Flammofens für Eisenguss vollendet und es bleibt nur übrig, die Abweichungen in der Lage der einzelnen Theile zu constatiren, ehe zur Beschreibung hervorgehender Beispiele übergegangen werden kann. Das Profil, wie es sich durch Monge und Launay gestaltet, ist dasselbe, was in vielen unserer Flammöfen noch heute zur Anwendung kommt, und das eigentliche Normalprofil unsers Apparates.

Der Herd, denn auf dessen Disposition kommt es hierbei zunächst an, ist von der Feuerbrücke aus bis zum unter der Esse liegenden Stich stetig geneigt und nur in der Nähe des letztern etwas ausgerundet; die letztgenannte Eigenthümlichkeit kommt besonders dann vor, wenn der Herd steiler ansteigt und der Ofen überhaupt nach der Esse zu sich niederzieht.

§. 126. Die Ersten wahrscheinlich, welche dieses Profil änderten, waren die Engländer, und die ausgeführte Aenderung ist jedenfalls unter dem Einflusse des Puddlingofens entstanden, dessen Betrieb gegen das Ende des 18. Jahrhunderts erfunden worden war.

Während bei den französischen Gussflammöfen, wie sie Monge und Launay bauten und anwandten, die Ansammlung des Eisens schliesslich unter dem Fuchse stattfand, legte man in England den Sumpf in die Nähe der Feuerbrücke und vertiefte den Herd unmittelbar hinter derselben, um ihn dann von da an wieder langsam nach dem Fuchse zu ansteigen zu lassen.

Das Gewölbe machte diese Wandlung ebenfalls mit, denn es würde, wenn das frühere Profil beibehalten worden wäre, ein schädlicher Raum enstanden sein, der keine Concentration der Hitze gestattet haben würde. Aus diesem Grunde liess man das Gewölbe seinen Scheitelpunkt etwas eher als über der Feuerbrücke erreichen, um es dann so niederzuziehen, dass es dicht über dem Eisenbad auf einen Stützbogen traf,

Digitized by Google

und von da aus nach der Esse zu in einem wieder aufwärts geschwungenen zweiten Bogen den Ofen abzuschliessen hatte.

Den Raum des Herdes, der hinter dem Tümpel unter dem erwähnten zweiten Gewölbbogen lag, benutzte man, um einen Theil des Einsatzes unterzubringen oder um den Einsatz vorzuwärmen, ehe man denselben nach der Feuerbrücke zu bewegte. Hierbei ist zu bemerken, dass solche Flammöfen mit nach vorngerückten Tümpeln zu einem continuirlichen Betrieb bestimmt waren und ausgeschöpft, eventuell auch in kleinen Abstichen entleert wurden. In Folge davon mussten dieselben continuirlich beschickt werden, und dieses Einsetzen geschah füglich am Praktischsten ausserhalb des Tümpels, um die Arbeit an demselben nicht zu stören.

Ein solcher Ofen zum Schöpfen, aller Wahrscheinlichkeit nach eine Nachahmung englischer Oefen, war der erste und älteste Ofen der Berliner Königlichen Eisengiesserei, dessen Wirkung aber mehr auf das geschmolzene Roheisen als auf die festen Einsätze gerichtet und ein eigenthümlich scharfes Einstechen des ersten Gewölbbogens zeigt, der sich dem Herde so weit nähert, als der zweite Gewölbbogen an dem Fuchse es thut. Das Schöpfloch ist auf der einen, die Einsatzthür auf der anderen Seite des Ofens, jenes mehr nach dem Fuchs, diese mehr nach dem Feuer zu gelegen, beide aber in der Zone des Eisentümpels.

Die Feuerbrücke ist so breit und dabei leicht nach dem Sumpf zu geneigt, dass man annehmen muss, die Einsätze seien in kürzeren Zeitabständen auf der an das Feuer stossenden, über $2^3/_4$ F. langen (nach der Ofenachse gemessen) und eben so breiten vorderen Herdfläche gelegt worden. Die Lage der Einsatzthür bestätigt die Wahrscheinlichkeit unserer Vermuthung.

§. 127. An die beiden, in den vorigen Paragraphen historisch und technisch entwickelten Grundprofile lehnen sich sämmtliche Flammofenconstruktionen mehr oder weniger an, so dass man zwei Hauptabtheilungen bilden kann:

Digitized by Google

Die Flammöfen mit gestrecktem Herd und zurückliegendem Stich und die Flammöfen mit getieftem Herd und vorliegendem Stich.

So sehr beide sich durch das Herd- und das Gewölbprofil unterscheiden, so wenig ist dieses in Rücksicht auf den Grundriss des Herdes, überhaupt des ganzen Ofens der Fall. Die Oefen der Franzosen wie der Engländer präsentiren meist eine trapezoïdale Grundfläche, deren grössere Breite am Feuerraum ist, während die Seiten nach dem Fuchse zu convergiren.

Wegen der aus einer solchen Form sich ergebenden construktiven Schwierigkeiten hat man es indess häufig vorgezogen, dem grössten Theil des Ofens eine rektanguläre Grundform zu geben, die sich in der Nähe des Fuchses zu einer abgerundeten Spitze verjüngt und diese gegen die Theorie des abnehmenden Flammenquerschnitts verstossende Erweiterung durch schwächere Neigung des Herdes oder gesteigertes Herabziehen des Gewölbes wieder aufzuheben.

Die convergirenden Seitenwände finden sich nur noch selten vor und werden dann nur im feuerfesten Futter genau ausgeführt, während man die Aussenmäntel des Ofens und die Armaturen parallel anordnet, um ein besseres Verankern möglich zu machen. Man verfährt bei solchen verjüngten Oefen auch so, wie es bei den kleineren Gusseisenöfen in Spandau geschieht, indem man sie vollständig mit Eisenplatten umgiebt, so dass auch bei schräger Stellung derselben eine hinreichende Verankerung stattfindet.

Eine andere Grundform für Flammöfen ist noch versucht worden, indem man den Herd von der Feuerbrücke an etwas breiter werden und dann nach dem Fuchse zu spitz zulaufen liess. Diese ovale Form, welche der eine Ofen der Königl. Giesserei auf Taf. XII. zeigt, hat keine besonderen Vorzüge, denn die anfänglich in bestimmter Breite auftretende Flamme muss sich später ausdehnen und demnächst wieder zusammenziehen, ehe sie den Fuchs erreicht. Eine solche

Digitized by Google

Veränderung in der Intensität und Geschwindigkeit ist nicht ohne Einfluss auf den Effekt des Ofens, der jedenfalls mehr Zeit- und Brennstoffaufwand erfordert, als solche Apparate, die sich vom Herd an stetig bis zum Fuchse verjüngen; abgesehen hiervon ist die bauliche Eigenthümlichkeit eines solchen Grundrisses der Dauerhaftigkeit desselben nicht sehr günstig, da sich das Gewölbe nur schwer solchen Ecken und Winkeln anpassen lässt.

Ein einfach rechtwinkeliger Grundriss des Herdes wird, dem Gesagten nach, sich allen Bedürfnissen anpassen und bereitet beim Bau des Ofens die geringsten Schwierigkeiten, vorausgesetzt, dass der Rost hinreichend gross gewählt worden ist.

§. 128. Ein Ofentheil, mit dem man vielerlei Versuche gemacht hat, um den allgemeinen Effekt noch zu steigern, ist der Rost und sein Verhältniss zu den übrigen Querschnitten des Ofens; man ist aber nicht weiter damit gelangt, als bis zu höchst variablen Durchschnittswerthen, nach denen ein neuer Apparat nicht sicher construirt werden kann.

Das Erste, was in Betracht gezogen wurde, war die Rostlage, sowohl in Bezug auf die Luftzuführung, als auch in Bezug auf den Schmelzraum des Ofens. Um die Luft leichter unter den Rost gelangen zu lassen, liess man bereits bei den von Monge gemachten Anlagen die Oefen mit ihrer Längsachse normal auf die Aussenwand der Hütte stossen und kehrte die Feuerseite nach aussen hin oder legte den ganzen Ofen an die Aussenseite der Giesshütte unter ein daranstossendes, nur auf Pfeilern ruhendes Schleppdach. (Vgl. die auf Taf. X. u. XI. abgebildeten Gleiwitzer Oefen.)

Um das Feuer des Rostes besser auf den Herd und den Schmelzraum wirken zu lassen, erhöhte man den Rost, der bei den alten und theilweise auch den neuen Bronzeöfen sehr tief liegt, und brachte das Feuer der Feuerbrückenkante näher. Besonders vortheilhaft zeigte sich dieses neue Arrangement bei kurzflammigen Brennstoffen, während es bei lang-

Digitized by Google

flammigen nicht so gute Erfolge hatte, indem im letzteren Fall die grössere Hitze mehr dem Fuchs zu gerückt und der Einsatz des Ofens weniger intensiv angegriffen wurde.

In der That ist die Tiefe des Feuerraums lediglich von dem Brennstoff abhängig und man thut deshalb am besten, einen auf verstellbaren Balken ruhenden Rost anzuwenden, wenn man zum ersten mal mit einem neuen Brennstoff arbeitet.

Die Flammenlänge der Kohlen bei dem durch die Essenhöhe bewirkten Zuge muss gleich sein der Rosttiefe + der Länge des Herdes bis in den Fuchs, dann erfüllt der Flammofen seinen Zweck am vollkommensten.

Dieser Eventualität zu entgehen, welche die Anwendung gewisser magerer Brennstoffe ganz und gar verbietet, hat man Flammöfen mit Unterwind eingerichtet, von denen der auf Taf. XV. abgebildete Ofen von Corbin einen Begriff geben kann.

Bei der Beschreibung desselben werde ich besonders auf einige eigenthümliche Vorrichtungen zurückkommen, welche durch die Anordnung des Unterwindes geboten sind und sonst bei keinem Flammofen vorkommen.

§. 129. Andere Theile des Ofens, mit denen vielfach experimentirt worden ist, ohne damit zu einem festen Resultat zu gelangen, ist die Lage und Gestalt der Feuerbrücke und die Disposition sowohl als auch die Grösse des Fuchses.

Man hat sowohl niedrige als hohe Feuerbrücken angewandt, d. h. solche, die sich um nur 3—4 Z. oder um 9—12 Z. über den Anfang der geneigten Herdfläche erhoben, und hat jedesmal von guten oder schlechten Resultaten zu berichten gehabt. Einen absoluten Werth hat dieses Verhältniss der Feuerbrücke nicht, nur einen relativen, wenn man verschiedene andere Verhältnisse mit in Berücksichtigung zieht.

Zunächst kommen die Leistung des Brenn-

Digitized by Google

stoffs — dann die bekannte Qualität des Einsatzes und die gewünschte Qualität des Gusses in Betracht, wenn man über die Grösse der Feuerbrücke einen Beschluss fassen will.

Ein starkflammender und energisch wirkender Brennstoff kann auch bei hoher Feuerbrücke den Herd genügend erhitzen, während ein leichterer Brennstoff nur bei sehr niedriger Brücke oder bei gänzlichem Wegfall derselben angewandt werden kann.

Ein schwerschmelzendes Eisen kann am besten in Oefen mit niedrigen Brücken eingeschmolzen werden, ein leichtflüssigeres Material dagegen wird auch bei hohen Brücken hinreichend heiss, um flüssig einzuschmelzen.

Eine hohe Brücke schützt das Roheisen gegen etwaige Entkohlung durch Oxydation des Graphits und empfiehlt sich daher für kohlearmes Material und für Herstellung weicher Güsse. Eine niedrige Brücke wirkt umgekehrt und wird nur entweder für sehr graphitreiches Eisen oder für einen beabsichtigten harten Guss ohne Nachtheil angewandt werden können.

Der Fuchs hat in Lage und Grösse eben solche Wandlungen durchgemacht und auch hierbei ist man zu keinem rechten Resultat gekommen.

Man hat sowohl mit verschieden gestalteten Querschnitten, als auch mit verschiedenen Lagen gleich gute, resp. gleich schlechte Resultate erzielt, und dabei haben sich aus den verschiedenen Erfahrungen nur folgende Grundsätze ziemlich gleichlautend ableiten lassen.

Der Fuchs muss möglichst direkt in die Esse führen und dabei in der Achse des Ofens bleiben, um gleichmässig auf die Flamme wirken zu können; von Vortheil ist es ferner, das Niveau der Einmündung des Fuchses so tief als möglich, nie aber unter das Niveau der Rostfläche zu legen.

Alle Eigenschaften des Fuchses, welche die Reibung vergrössern, sind dem Zug nachtheilig; man hat sich also gleich sehr vor abnormen oder un-

Digitized by Google

regelmässigen Querschnitten und vor unnützen Krümmungen und Ecken im Fuchscanal in Acht zu nehmen.

Beispiele von Flammöfen.*)

§. 130. Die Flammöfen der Gleiwitzer Königlichen Eisengiesserei (Taf. X. u. XI.).

Es bieten diese Oefen das einfachste Beispiel für grössere und kleinere Flammöfen mit gestrecktem Herd. Sie stehen noch heute in Betrieb und es kann der rechts gelegene (Taf. X., Fig 2 *b* u. 4, Taf. XI., Fig. 1 *b* u. 3) 110 Ctr. Einsatz fassen, während man den zweiten Ofen nur mit 70—75 Ctr. bequem besetzen kann.

In jenem ist der Innenraum 5 F. breit und im Herde 12 F. 4 Z. lang, während der zweite bei 4 F. Breite eine Herdlänge von 11 F. $10^1/_2$ Z. besitzt. Die Füchse beider steigen schräg nach der Esse auf, wie dieses die Stirnansichten 1 *a* und 1 *b* Taf. XI. zeigen. Vermöge der grösseren Breite des rechts belegenen Ofens bei gleichbeschränktem Raum an der bereits vorhanden gewesenen Esse ist der Fuchs desselben fast 18 Z. kürzer und steigt rascher auf, um in derselben Höhe in den Essenschacht zu münden. Deshalb wahrscheinlich ist der Zug in dem grösseren Ofen weit schwächer und dessen Leistungsfähigkeit nicht so bedeutend, wie die des kleineren Apparates.

Die Armatur ist bei beiden Oefen aus gusseisernen Platten zusammengesetzt und mit starken Anker-

---

*) Hierbei gilt dasselbe, was ich in einer Anmerkung zu §. 45, S. 352, gesagt habe, nämlich, dass die Aufeinanderfolge der Beispiele sich nicht nach der Natur des Brennstoffs richtet, sondern nach der Form und den Eigenthümlichkeiten der Ofenconstruktion.

Es sind wesentlich 3 Gruppen unterschieden:

Flammöfen mit gestrecktem Herd;

Flammöfen mit ausgetieftem Herd;

Flammöfen mit complicirter Raumanlage — und zu bestimmten Zwecken.

Eine schematische Trennung derselben konnte jedoch nicht stattfinden, weil sonst die Uebergänge von einer Gestalt in die andere verwischt und eine unhaltbare Classifikation geschaffen worden wäre, die keinen Nutzen, wohl aber Verwirrung anrichtet, wie es leider so viele Classifikationen schon gethan haben.

Digitized by Google

stäben über den Trennungsfugen garnirt, deren Köpfe oben über dem Ofengewölbe durch Zugstangen und Splinte fest verbunden sind, während sie mit den Füssen in dem Sockel des Ofens stehen und hinreichende Standfestigkeit besitzen. Das Feuerloch ist mit Fülltrichter versehen, die Einsatzthür mit Kette und Gegengewicht, welche über eine Rolle in einem starken Gerüst läuft. Das Guckloch über dem Stich ist ebenfalls mit Eisen gefüttert und wird durch eine passende, mit Handgriff versehene Thür geschlossen.

Die Roststäbe ruhen auf 2 Balken und die Stirnseite des Gewölbes auf einem gusseisernen Winkel, der über dem Aschenfall liegt und mit seiner Unterfläche im Niveau der Rostfläche gehalten werden muss oder wenig darüber. Der Aschenfall wird durch zwei seitliche Streben der Seitenwände des Ofens begrenzt, welche aus steilgestellten Steinen aufgenommen sind, um dem Längenschub besser Widerstand zu leisten.

Die Esse enthält zwei gleichweite Schächte in einem Mantel, wie es der Grundriss der Fig 2 *a* und 2 *b* der Taf. X. andeutet. Die äussere Verankerung derselben wird durch die Fig. 1 *a* und 2 der Taf. XI. hinlänglich erklärt und es ist diese Vollmauer dem bei viereckigen Essen oft angewandten Blendmauerwerk vorzuziehen, wo nur die Kanten des Mantels und die Absätze in der wirklichen Stärke, die Füllungen der Nischen dagegen oft gar nicht oder nur schwach gefüttert werden. Die starke Abkühlung der Essen hindert den Zug, der bei solcher Bauart auch durch eine unverhältnissmässige Erhöhung nicht vergrössert wird.

Von Interesse ist noch das schon berührte Zugverhältniss beider Oefen, welches durch das Einmünden des Fuchses bestimmt worden ist, den man bei beiden Oefen gleich hoch an die Esse stossen liess; rationeller wäre es gewesen, den Fuchs des grösseren Ofens so tief als möglich einmünden zu lassen und die wirksame Länge der Esse zu vergrössern.

§. 131. Ausser diesen Oefen sind noch drei vorhanden, von denen der eine in Lage und Construktion

Digitized by Google

etwas abweicht und ein lebendiges Beispiel der Schwierigkeit ist, die in dem Bau gut arbeitender Flammöfen verborgen liegt.

Das Lehmformhaus des dortigen Werks, auf Grund neuerer Erfahrungen im Anfang der funfziger Jahre erbaut, musste 2 Flammöfen erhalten, von denen der eine unter dem Schleppdach der einen Langseite neben den Darrkammern des Lehmformhauses errichtet wurde, während der andere gegenüber, d. h. ausserhalb der anderen Langseite, seinen Platz finden musste.

Zu seiner Aufnahme bot sich, in Folge der mangelhaften Disposition des ganzen Baues, nur ein schmaler Winkel dar, der mit einem besondern, an eine Vorkammerwand angelehnten Dach von hinten überdeckt werden musste. Von diesem Winkel blieb an der Rostseite des Ofens ein circa 3 F. breites, 4 F. tiefes Stück zur Luftzuführung frei. Der Aschenfall war schlecht angelegt und stets zur Ansammlung von Wasser geneigt, so dass der unter dem Rost disponible Raum nur ein sehr geringer blieb und durch den Cindernachfall während des Betriebes immer mehr sich verminderte. Die Folge aller dieser Uebelstände war, dass beim Betriebe des Ofens sich sehr bald eine heisse Luftschicht unter dem Rost bildete und nicht entweichen konnte, weil der hinter dem Ofen frei gebliebene Winkel mit überdacht war und ein vertikales Aufsteigen der heissen Luftschichten also nicht denkbar erschien. Trotz dieser auffallenden Uebelstände dachte man während langer Jahre nicht daran, die Ursache der Betriebsunfähigkeit in denselben zu suchen, sondern änderte immerwährend an der Gewölbeconstruktion, namentlich aber an den Verhältnissen der Esse, die erhöht wurde, ohne aber den geringsten Einfluss auf den Gang des Ofens zu zeigen. Fig 1 *a* der Taf. XII. giebt ein Bild dieses Ofens, welches auch den einfachen Grundriss in punktirt gebrochenen Linien *a b c d e f* so eingezeichnet enthält, dass die Achse des letztern mit dem Rostniveau des Ofens zusammenfällt.

Bei der Betrachtung des Profils fallen noch andere

Digitized by Google

Eigenthümlichkeiten auf, die nicht dazu beigetragen haben können, den Apparat in seiner Funktion zu steigern.

Zunächst ist zu bemerken, dass der Rost 4 F. lang und 4 F. breit ist, also 16 □F. enthält, von denen nach Wiebe u. A. gewiss höchstens 9—10 □F. als wirksamer Querschnitt, d. h. als Summe der Roststabintervalle gedacht werden können. Dieser Grösse gegenüber kann die Weite des Ofens über der Feuerbrücke nur zu gross erscheinen, denn sie beträgt bei 4 F. Breite und $2^1/_2$—$2^3/_4$ F. Höhe über 10 □F., so dass keine Compression der Flamme und keine genügende Erhitzung der Wände stattfinden kann, wenn nicht sehr günstige Zugbedingungen vorhanden sind. Die übrigen Dimensionen weichen von denen der Oefen des vorigen Paragraphen nicht wesentlich ab, weshalb es auch so räthselhaft erscheinen musste, dass in diesem Ofen das Eisen durchaus nicht mit der Leichtigkeit schmolz, wie in den übrigen vier Oefen des Werks.

§. 132. Als alle Versuche fehlgeschlagen waren, vergrösserte man den Rost, indem man den Ofen um 1 Fuss verlängerte und somit 20 □F. Totalfläche erzielte, wodurch nach der Wiebe'schen Annahme auch die wirksame Fläche um circa 2 □F. zunahm. Das in der Fig. 1 *a* der Taf. XII. eingezeichnete Profil *a' b' c' d* entspricht ungefähr den veränderten Verhältnissen des Rostes, wogegen der zugehörige, 5 F. breite Grundriss (in der Hälfte gezeichnet) *a' e' f' d* nicht angenommen werden konnte, weil die Lage des Ofens eine zu ungünstige war und jede Vergrösserung ausserordentlich schwierig machte. Dieses Profil sowohl als auch der zugehörige Grundriss stammen von dem damaligen Vorsteher der Lehmförmerei, dessen reiche Erfahrung die Ursache der Unbrauchbarkeit des Ofens in Construktionsfehlern suchte, nicht in der eigenthümlichen Lage und der beschränkten Luftzuführung des Apparates.

Als der Verfasser die Leitung der dortigen Giesserei übernahm und der damals gleichzeitig eintretende

Digitized by Google

stärkere Betrieb der Lehmförmerei den stetigen Gebrauch beider Oefen nothwendig machte, wurde der Versuch aufs Neue gemacht, den Ofen zu betreiben. Da aber sowohl Gewölbe als auch Herd und Umfassung baufällig geworden waren und einer gründlichen Wiederherstellung bedurften, lag es nahe, die Construktion durch Vergleich mit bewährten Ausführungen zu prüfen und ein Urtheil über die Verhältnisse des Ofens zu gewinnen. Zu diesem Behuf waren die von Wiebe in dem mehrfach citirten Werke (Vol. I., S. 511 u. ff.) abgeleiteten Zahlen, welche meist auf gut arbeitenden Berliner Oefen beruhten, die brauchbarsten Anhaltspunkte.

Es berechneten sich hiernach bei 4 F. Breite und 5 F. Länge die freie Rostfläche ($= {}^{3}/_{5}$ der totalen) auf 1728 □Z. oder 12 □F. Der Feuerbrückenquerschnitt und die gleich gross genommene Essenmündung würden ($= {}^{9}/_{20}$ der freien Rostfläche) 777,6 □Z. betragen, so dass für eine Ofenbreite von 4 F. sich eine durchschnittliche Höhe von 16,2 Z. für das Feuerbrückengewölbe ergeben würde, während die Seite der quadratischen Essenmündung circa $27{}^{3}/_{4}$ Zoll betragen dürfte.

Da das Gewölbe eine Pfeilhöhe von 6 Z. erhalten sollte, um weniger zu leiden, musste die Höhe desselben über der Feuerbrücke 19 Z. in der Mitte, 13 Z. an den Seiten betragen, wobei allerdings an der Seite der Einsatzthür ein höheres Kreuzgewölbe angenommen wurde, um stärkere Einsätze zu bewerkstelligen.

Der Fuchs endlich, welcher den dritten Theil der eben besprochenen Dimension erhalten sollte, also 259,2 □Z., oder 16 Zoll im Quadrat, wurde etwas weiter, d. h. 18 □Z., gewählt, weil dazu construktive Rücksichten nöthigten und die Erfahrungen des dortigen Werkes allgemein den Nachtheil zu enger Füchse ergeben hatten.

Der Herd erhielt endlich eine von 6 Z. auf 15 Z. unter dem Feuerbrückenniveau fallende Neigung und der Grundriss war im Wesentlichen oblong mit einer leichten Zuspitzung nach dem Stiche zu. Diese neue

Digitized by Google

Gestalt des Ofeninnern wird durch die Fig. 1 *b* der Taf. XII. im Grundriss wie im Profil verdeutlicht.

Der so veränderte Ofen gab indess nicht eher bessere Resultate, als bis der Theil des Dachesabgebrochen wurde, der hinter der Feuerseite den freien Winkel bedeckte und die zuströmende Luft zwang, zwei Winkel von 90° zu machen, ehe sie unter den Rost trat.

Dann, als dieses geschehen war, konnte man, um noch stärkere Einsätze zu verarbeiten, auch das Gewölbe höher machen, ohne an Effekt im Ofen einzubüssen, obwohl dieser Flammofen selbst in seinen besten Leistungen stets hinter den anderen zurückgeblieben ist.

§. 133. Die Flammöfen der ehemaligen Berliner Königl. Eisengiesserei.

Von den älteren Flammöfen der Berliner Königl. Eisengiesserei giebt Fig. 2 u. 6 der Taf. XII eine deutliche Vorstellung. Es sind deren zwei in ähnlicher Weise zusammengestellt, wie die auf Taf. X. u. XI. abgebildeten Gleiwitzer Oefen, und liegen auf der Rückseite der Lehm- und Masseförmerei.

Die Oefen sind auf den Fundamenten der bereits §. 126 erwähnten Schöpfflammöfen erbaut worden und haben deswegen nicht die wünschenswerthe Einfachheit in der Disposition. Die letztere erscheint vielmehr etwas gezwungen und giebt sich dieses vorzugsweise in der Anordnung des Fuchses kund, welcher einen seitlich abführenden, dabei rückwärtsgebogenen Canal vorstellt und schliesslich in die 2 F. im Quadrat messende Esse mündet.

Der Rost ist sehr klein im Verhältniss zu der 12 F. langen Herdfläche; er ist 40 Z. lang und 36 Z. breit; der Ofenherd erweitert sich von der Feuerbrücke an bis in die Gegend der Einsatzthür von 36—48 Z., und zieht sich am Stichende unter dem Fuchse wieder bis auf 36 Z. zusammen. Die 10 Z. breite Feuerbrückenfläche liegt 18 Z. über dem Rost und ist 5 Z. breit aus einer Reihe feuerfester Steine aufgeführt, welche sich unterhalb des Rostes auf einem 2 Z. starken gusseisernen Balken gründen. (Dessen

Digitized by Google

Anlage wurde wegen der Benutzung der älteren Herdfundamente nöthig, wird dagegen bei einem neuerbauten Ofen nicht vorkommen dürfen.)

Das Gewölbe erhebt sich 24 Z. über das Niveau der Feuerbrücke, so dass der ungefähre Querschnitt des Ofens an dieser Stelle $5^1/_2$ □F. beträgt, d. h. eben so gross ist, als die wirksame Rostfläche des Ofens unter den günstigsten Verhältnissen sein kann. Mit Hülfe des ausgezeichneten Zuges*) werden diese Nachtheile der Construktion überwunden und die Oefen schmelzen bei einigem Brennstoffaufwand ziemlich gut ihre Einsätze nieder. Die Qualität des Gusses lässt wenigstens nichts zu wünschen übrig und die Bearbeitung der Gusswaare zeigt selten fehlerhafte Stellen, wenn das Material nur halbwege sorgfältig ausgewählt und gattirt worden war. Wie aus der Zeichnung hervorgeht, ist die Gewölbdecke des Ofens mit anderem Material zugedeckt und die Stirnseite ebenfalls mit einer starken Eisenplatte armirt. Ebenso ist der Aschenfall, d. h. der untere Theil der Feuerbrückenwand, mit einer Eisenplatte gegen die Wirkung der glühenden Cinders geschützt, und dasselbe Princip wurde bei der Garnitur der in den Aschenfall herabführenden Stufen befolgt, die alle mit Eisenplatten gefüttert sind.

Der Zweck des unter dem Schürloch befindlichen, 3 F. breiten und eben so hohen Zuganges zum Aschenfall ist nicht recht klar; jedenfalls dient derselbe dazu, die Cinder zu entfernen und bei Seite zu krücken, um den Betrieb recht schwunghaft im Gang zu erhalten.

Der Ofen hat zur Controle der Arbeit 2 Visire, eins zwischen Feuerthür und Einsatzöffnung, das andere an der Stichseite des Apparates über dem Stich selbst; das erstere dient mehr dazu, die Flamme zu

*) Die Oefen stehen auf der Nordseite des hohen Lehmformhauses dicht an der zu einem kleinen Teich aufgestauten Panke und in der Nähe grosser Baumgruppen. Dadurch ist die Zufuhr kühler Luft stets gesichert und die Wirkung widriger Winde wird ganz leicht durch die Bäume abgehalten.

Digitized by Google

controliren, das andere zur Beobachtung des Einschmelzens selbst.

§. 134. Die Flammöfen von Sayn.

Von besonderem Interesse sind die Flammöfen von Sayner Hütte bei Coblenz*), welche, wie bereits erwähnt, zu der ersten und ältesten Ermittelung von Verhältnisszahlen Veranlassung gaben, die in der Literatur vorkommt. Schon in früher Zeit zum Geschützguss ausgerüstet, wurde die Giesserei in Sayn mit hinreichend grossen und gut construirten Umschmelzapparaten versehen, von welchen wir den einen Cupolofen im §. 47 dieses Abschnitts und in Fig. 1 u. 2 der Taf. IV. bereits kennen gelernt haben.

Auf die Flammöfen, wie sie auf Taf. XII., Fig. 3 *a* und 3 *b* in Profil und Grundriss dargestellt sind, habe ich schon bei der Besprechung der Essengerüste verwiesen und werde deshalb auf den Bau des Fundaments und der Armatur, sowie der Futter und des Herdes näher eingehen.

Die Flammöfen liegen dergestalt nebeneinander, dass sie ein und dasselbe Fundament haben und mit ihren Aschenfällen sich nach einer tiefen, durch eine gemauerte Treppe zugänglichen Grube öffnen. An der Seite dieser Grube läuft eine noch tiefere Rösche unter sämmtlichen Oefen durch und wird vor der Wir-

---

*) Karsten giebt von diesen Oefen in seiner „Eisenhüttenkunde" eine detaillirte Zeichnung und Beschreibung. Vgl. Thl. III., S. 386, u. V., 182, sowie „Atlas", Taf. XXV., Fig. 2—5.

Reproducirt sind diese schönen Zeichnungen auch von Dr. Carl Hartmann, und zwar nicht allein ohne Angabe der Quelle und des Herkommens, sondern zugleich in mehreren seiner deutschen Bearbeitungen englischer und französischer Originalwerke.

Auch die Schaeffer'schen Verhältnisse und Versuchsresultate sind von demselben Schriftsteller mehrfach und ohne weitere Bemerkung abgedruckt worden.

Der Verfasser dieses Werkes bediente sich einer Originalskizze, welche auf der Sayner-Hütte gezeichnet worden ist und sich in den Mappen der Bergakademie zu Berlin befindet; die Karsten'sche Zeichnung dient nur zur besseren Orientirung für Details etc.

Digitized by Google

kung der herabfallenden Cinders durch eine schräggestellte Platte geschützt, an deren Aussenseite die glühenden Abfälle herabgleiten. In der beifolgenden Abbildung der Taf. XII. ist die Rösche theilweise, die Deckplatte ganz unter den Grundriss des Ofens punktirt gezeichnet. Die obere Fläche des Fundamentsockels ist gebrochen; der unter dem eigentlichen Ofenherd liegende Theil ist einige Zoll niedriger als die Hüttensohle, während der das Essengerüst tragende hintere Theil genau die Hüttensohle erreicht. In jenem ist ein System 10 Z. tiefer und 8 Z. breiter Züge ausgespart, von denen einer der Länge nach, die drei andern der Quere nach unter dem Herd herlaufen und sich nach aussen öffnen, jene unter dem Gewölbe, welches die Feuerbrücke trägt, diese an den Langseiten des Ofens. Eine starke Gussplatte deckt diese Züge und ist ihrerseits wiederum mit einer 5 Z. starken Schicht von hochkantig gestellten guten Steinen überpflastert.

Der übrige Theil des Fundaments ist an seiner Oberfläche ebenfalls mit einem System von schwächeren und flacher gehaltenen Zügen versehen, die in einem Hauptzug unter den Stich ausmünden, und ebenso mit einer Gussplatte, aus mehreren Theilen passend zusammengefügt, bedeckt sind. Auf dieser Gussplatte liegt ein festgemauertes Ziegelpflaster von einer Steindicke, d. h. circa $2^1/_2$ Z., welches in seiner Oberfläche mit dem Ueberzug der vorderen Fundamentdeckplatte ein Niveau einnimmt. Die hintere Gussplatte trägt ausserdem die breiten Unterlagsscheiben für die Säulen des Essengerüstes und vermittelt deren harmonische und wagrechte Auflage und den sicheren vertikalen Stand der Säulen.

Diese Unterlagsscheiben werden zum Theil von dem Stichende der Oefen verdeckt, müssen also vollkommen fertig gelegt sein, ehe die Armatur des Apparats aufgerichtet und an den Ausbau gegangen wird.

§. 135. Der eigentliche Ofen beginnt erst über den Verdeckplatten des Fundamentkörpers und besteht zunächst aus einem Rauhgemäuer von ge-

Digitized by Google

wöhnlichen Ziegeln, welches im Vordertheil eine rechteckige Form besitzt, nach der Esse zu sich indess zu einer geringeren Breite verjüngt und dadurch an das Essenfutter anschliesst. Der rechteckige Theil ist der Länge nach mit 2 Paar, der Quere nach mit 5 Paar Ankern verankert, welche oben und theilweise auch unten mit Zugankern verbunden und fest verkeilt sind. Da, wo die beiden Ofenkörper an einander stossen, also in der Mitte des Mauerwerks, sind ebenfalls Ankerplatten eingesteckt, durch welche die Ankerstäbe hindurchgehen, um die Oefen einzeln repariren zu können.

Die Stirnseite ist mit 2 Winkeln und einer flachen Platte armirt, welche durch die beiden, auf die Stirnseite gelegten Anker festgehalten werden. Noch ist in Betreff der letzteren zu bemerken, dass der obere Stab der mittleren Stirnwandanker am Fuchsende nicht mit der im Mauerwerk fast vollständig versteckten Ankerplatte verbunden ist, sondern mit einer der Essensäulen.

Schürloch und Einsatzthür sind in gewöhnlicher Weise mit eisernen Zargen gefüttert und zur Aufnahme des Stichs ist eine schmale und hohe Spalte in der Essenuntermauerung freigelassen worden, die oben durch eine eiserne Tragplatte begrenzt wird und durch welche in der halben Höhe etwa ein quadratischer Stab eingelegt ist, dessen Zweck nicht recht klar wird.

Ueber die Construktion der Esse ist noch zu bemerken, dass die 6 Säulen, welche je eine Hälfte tragen, auf runden Tragescheiben stehen und oben durch einen Tragerahmen fest verbunden sind, auf dem sich die Essenmauerung erhebt.

Das Futter des Ofens besteht aus Seitenwänden von einer halben Steinstärke feuerfesten Materials, welche das Gewölbe des Ofens tragen, das einen vollen Stein stark ist.

Die Feuerbrücke ist vollkommen aus feuerfestem Material erbaut, ebenso der senkrecht in die Esse führende quadratische Fuchs und die Essenfutter selbst.

Der Herd ist aus Sand, über einer Schlacken- oder Chamotteschicht aufgeführt, die 4 – 8 Z. stark ist

Digitized by Google

und direkt auf dem Ziegelbelag der Grundplatten aufgeschüttet liegt. Der Stich, wie er in der Zeichnung dargestellt ist, liegt unter der Esse und ist in einem dicken nach der Esse sich hinaufziehenden Sandwall angebracht, der durch eine schräg in der Esse eingelegte eiserne Platte den nöthigen Halt bekommt.

Wenn das Eisen ausgeschöpft oder unter der Einsatzthür abgestochen werden sollte, musste der Herd eine andere Neigung erhalten, auf welche durch die ungewöhnliche Stärke der Sand- und Schlackenlage Rücksicht genommen ist; weniger durch die Form des Gewölbes, welches nur für einen gestreckten Herd zunächst passend erscheint.

Das Profil der Oefen ist überhaupt ein sehr einfaches und erfordert jedenfalls eine bedeutendere Menge Kohlen als jedes geschwungene Profil, das sich dem Umriss der Flamme mehr nähert.

§. 136. Ueber Versuche, welche mit diesen Oefen gemacht wurden, um Veränderungen in den Dimensionen einzuführen, berichtet Karsten (a. a. O. III. S. 386), und wir entnehmen diesen Mittheilungen die folgenden Details:

Auf Saynerhütte sind 2 kleine und 2 grosse Flammöfen vorhanden, die sich durch dieselbe Disposition auszeichnen, und je zwei also nicht nur eine Esse, sondern auch eine der Seitenwände gemein haben.

Die kleineren Oefen haben Rostflächen von 810 □Z., wovon die Roststäbe 282 □Z. bedecken, so dass eine Fläche von 528 □Z. für den eigentlichen Luftzutritt übrig bleibt, also die freie Rostfläche vorstellt.

Der Flächeninhalt des Schmelzherdes, auf eine Horizontalebene bezogen, beträgt 3606 □Z. und dem Fuchs ist ein Querschnitt von 108 □Z. zugetheilt. Die Totalfläche des Rostes verhält sich hiernach zur Herdfläche wie 1 : 4,45 und die freie Rostfläche oder der für den Luftzutritt bestimmte Raum des Rostes dem Fuchse gegenüber wie 4,88 : 1.

Dabei ist noch zu bemerken, dass die Esse 67 F. hoch ist und eine Weite von 20 Z. im Quadrat besitzt.

Digitized by Google

Bei den grösseren Oefen stellen sich die Verhältnisse etwas anders, indem der Rost eine Totalgrösse von 1320 □Z. besitzt, von der die Stäbe 530 □Z. decken, so dass für die wirksame Rostfläche 790 □Z. übrig bleiben.

Der Herd hat eine Fläche von 5265 □Z. und der Fuchs einen Querschnitt von 123½ □Z. Daraus ergeben sich folgende Beziehungen:

Die Rostfläche und die Herdfläche verhalten sich unter einander wie 1 : 3,98, und die wirksame Rostfläche zur Fuchsöffnung wie 6,89 : 1.

Die Esse hat dieselbe Höhe wie bei den kleineren Oefen, nämlich 67 F., ist aber nur 19 Z. im Quadrat weit.

Dieses widersinnige Verhältniss der Essenquerschnitte zeigte im Betrieb der Oefen Folgen von Wichtigkeit; die kleinen Oefen zogen stets viel schlechter als die grösseren; das Schmelzen dauerte länger und der Aufwand an Steinkohlen war — auf dieselbe Leistung bezogen — stets bedeutender. Eine Vergrösserung der Rostfläche, wie auch eine Verminderung derselben blieb nicht ohne Resultat — aber dasselbe war negativ, insofern sich das Schmelzen noch ungünstiger herausstellte. Man musste annehmen, dass die Construktion des Ofens selbst richtig sei, und nur der Essenquerschnitt, d. h. das Zugverhältniss, Ursache der ungenügenden Leistung sein müsse.

Diese Vermuthung ward zur Gewissheit, als man erfuhr, dass ein unter ähnlichen Verhältnissen betriebener Ofen zu Alf an der Mosel, der in seinen Dimensionen den grösseren Sayner Oefen entsprach, aber einen Essenquerschniit von nur 18 Z. im Quadrat besass, sehr gute Resultate liefere.

§. 137. Der Versuch selbst, welchen der frühere Werksdirektor Schaeffer mit den Flammöfen unternahm, beschränkte sich auf Verminderungen des Rostes und lieferte das folgende Resultat:

Bei den grösseren Oefen veränderte man den einen dergestalt, dass der Rost bei gleicher Breite etwas länger gemacht wurde; es ist dieses zufällig derselbe

Digitized by Google

Ofen, der auf unserer Taf. XII. dargestellt ist und auf der Stirnseite nur einen halben Stein, auf den Langseiten dagegen einen ganzen Stein Rauhmauerwerk besitzt. Der Rost war, nach einer Verlängerung um 5 Z. bei 44 Z. Breite, 35 Z. lang geworden und hatte 1540 □Z. Oberfläche. Nach genauer Schätzung ergaben sich für die Stäbe 585 □Z. Fläche, so dass 955 □Z. für den freien Luftzutritt oder die wirksame Rostfläche übrig blieben.

Das Verhältniss der ganzen Rostfläche zur 5265□Z. grossen Herdfläche betrug also 1 : 3,41 und das Verhältniss der wirksamen Rostfläche zum Fuchs, 955 : 123,5 oder wie 7,73 : 1.

Die übrigen Dimensionen des Ofens blieben, wie schon gesagt, dieselben und, um ein Urtheil über die Folgen der Veränderungen zu gewinnen, besetzte man beide Oefen vollständig gleich stark und setzte sie in Betrieb. Im Produkt zeigte sich keinerlei Unterschied, nur verbrauchte der grössere Rost etwas mehr Brennstoff, welche Wahrnehmung Veranlassung wurde, zur früheren Dimension wieder zurückzukehren. Späterhin wurden die Oefen wieder umgebaut und daher kann es kommen, dass der in Taf. XII. abgebildete Ofen die Rostdimension 35 × 45 Z. erhalten hat; der andere Ofen, der sich mit diesem verbunden findet, hat nach der mir als Anhalt dienenden Zeichnung 30 × 45 Z. Grösse, dürfte also die primitive Rostgrösse darstellen. Die Herdflächen sind bei beiden gleich und auch die Essenquerschnitte, sowie die der Füchse dieselben geblieben.

Obwohl das Resultat dieser übrigens höchst beschränkten Versuche ein negatives war, so zeigt es doch, dass es weit weniger auf die Ofenverhältnisse selbst, als auf die Relationen zwischen freier Rostfläche, Fuchs und Esse ankommt. Aus den bei Gelegenheit der neuen Berliner Flammöfen mitzutheilenden Wiebe'schen Verhältnisszahlen ergiebt sich eine mannigfaltigere Gliederung dieser Profilbeziehungen, als sie hier die ältesten in der Richtung angestellten Versuche zeigen.

Digitized by Google

§. 138. Die Flammöfen der Königl. Kanonengiesserei zu Spandau.

Dieselben schliessen sich den eben geschilderten Oefen von Sayn am Besten an, weil sie in der Bedeutung ihrer Leistungen sowohl, wie auch in anderen Beziehungen denselben ähnlich sind.

Allerdings bilden die 8 Flammöfen der Spandauer Giesserei eine mächtigere Gruppe als die 4 Oefen zu Sayn, doch sind auch da je zwei Oefen zusammengelegt und nach den Dimensionen getrennt; ausserdem ist hier wieder eine ungewöhnliche Sorgfalt in der Herstellung der Vorrichtungen entwickelt, die sich bei den Sayner Oefen hauptsächlich auf die Essenanlage und die Fundamentirung des Herdes richtet, in Spandau aber, den disponiblen Fonds angemessen, auch alle Nebenbestandtheile in zierlicher und solider Weise zur Ausführung bringt.*)

Ein Theil der Oefen ist vorzugsweise zum Guss bronzener Geschütze bestimmt, während ein anderer ausschliesslich zur Darstellung gusseiserner Rohre dient; es sind zum erstgenannten Zweck 2 Flammöfen à 70—73 Ctr. und 2 Oefen à 50 Ctr. Einsatz erbaut worden, während für den Eisenguss 2 Paar Oefen à 62 Ctr. Einsatz vorhanden sind, die alle vier in eine Dammgrube ausgiessen können. Die Lage der Oefen an der Ecke des Giesshauses erleichtert die letztere Funktion ungemein, da sich ihre Achsen oder Mittellinien in nicht zu grosser Entfernung von den Stichen kreuzen. Auf der Taf. XIII. ist in Fig. 1—3 einer der grösseren Bronzeflammöfen dargestellt, die sich aber auch zum Eisenguss ganz gut gebrauchen lassen und nur einiger

*) Zum ersten und einzigen Mal durch das „Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer von C. F. N. Wiebe“ (Heft X, Blatt 4 u. 5) veröffentlicht, haben die schönen und genauen Zeichnungen der Spandauer Oefen noch keine weitere Verbreitung gefunden, obwohl sie in keinem Buch des Eisenhüttenwesens und der Eisengiesserei fehlen sollten.

Der Verfasser hat es daher für seine Pflicht gehalten, diesen Mangel wieder gut zu machen und die wesentlichsten Theile jener Blätter seinen Lesern mitzutheilen.

Digitized by Google

Abänderung des gewöhnlichen Betriebsverfahrens bedürfen, um Eisen zu schmelzen. Die Fig. 4—5 stellen einen der Eisengussflammöfen zu 62 Ctr. dar, die allerdings etwas anders zugestellt sind als die vorher erwähnten Oefen, in den bestimmenden Querschnittsverhältnissen aber doch wenig von ihnen abweichen. Auch in der äusseren Anordnung, den Details der Armaturen und Nebenvorrichtungen finden sich wenig Unterschiede, die eben nur durch die Verschiedenheit in der Construktion der Gewölbe und des Herdes veranlasst sind.

§. 139. Nach den von Wiebe gemachten Angaben wird der in Fig. 1—3 dargestellte Ofen nur zum Bronzeguss benutzt und mit Holz gefeuert; in neuerer Zeit ist dieses aber anders geworden und man schmilzt auch Roheisen in demselben und bedient sich fast ausschliesslich der Steinkohlen.

Die Oefen haben ein starkes Fundament nöthig gehabt, weil die Lage der Geschützgiesserei in der Spree- und Havelniederung die Austiefung von Dammgruben sehr beschwerlich macht und die erforderliche Druckhöhe beim Giessen nur durch Hochlegen des Ofens erzielt werden konnte.

In Folge dessen stehen die Oefen alle auf 7 F. hoch über der Hüttensohle sich erhebenden Terrassen; die Herdsohle liegt im Mittel noch 15—24 Z. höher, so dass bei einer Austiefung der Dammgrube von 13 F. immerhin Gegenstände von 18 F. Länge hergestellt werden können. Trotzdem genügt diese Niveaudifferenz den neueren Ansprüchen nicht immer und man beklagt es häufig, dass bei der ersten Anlage der Oefen nicht noch etwas an Höhe zugegeben worden ist. Jetzt lässt sich der Armatur und anderer Gründe wegen eine nachträgliche Erhöhung kaum ausführen und wird niemals den Effekt hervorbringen, den eine andere Disposition der ersten Anlage zur Folge gehabt hätte.

Die Ofenkörper und auch die Fundamentterrassen sind mit starken gerippten Armaturplatten vollständig umgeben; die in Fig. 3 erscheinende Ansicht des

Digitized by Google

Fuchsendes eines Ofens giebt einen ungefähren Begriff der Construktion solcher Armatur. Das Unzweckmässige daran ist die unnütze Vergrösserung der Oberfläche einmal durch die zahlreichen Verrippungen und dann durch die häufige Durchbrechung der geraden Flächen, die jedenfalls der besseren Austrocknung des neuen Ofens zu Liebe geschehen ist.

Auf dem Ofen befindet sich über dem Rost ein Damm zum Aufgeben des Brennmaterials, der durch einen Schieber verschlossen ist und ebenfalls eine starke Armatur an durchlöcherten eisernen Platten besitzt. Die Besetzung der Oefen geschieht von der Stirnseite her über die Feuerbrücke weg; in dem Mauerwerk befindet sich zu diesem Behufe eine 3 F. 9 Z. breite und über 2 F. hohe Oeffnung, die nach dem vollendeten Einsatze wieder vermauert wird. Die beiden Thüren an der Langseite der Oefen dienen zum Nachsetzen der Bohrspäne und zur Beobachtung des Schmelzens. Ueber dem Stich am Ofenende befinden sich eine Oeffnung zum Beobachten und auch zum Rühren der Bronze, und noch höher hinauf eine zweite zur Flammenbeobachtung und zu event. Temperaturmessungen.

Alle diese Oeffnungen besitzen Ränder oder Futter an der Armatur, die ihre Kanten schützen und eine ähnliche Anordnung wie die Futter haben.

§. 140. Die inneren Verhältnisse dieses Ofens anlangend, so ist zunächst zu erwähnen, dass 23 Stäbe von 4 F. Länge und $1^1/_2$ F. Breite den Rost bilden, dessen Fläche 3 F. 9 Z. breit, 4 F. lang, also 2160 Z. gross ist.

Davon fallen auf die bedeckte Rostfläche 1656 □Z., so dass für die freie Rostfläche nur 504 □Z. zurückbleiben.

Das Verhältniss
der totalen Rostfläche zur freien ist demnach $= \frac{4{,}25}{1}$

„ „ „ „ bedeckten $= \frac{1{,}30}{1}$

„ freien „ „ „ $= \frac{1}{3{,}28}$

Digitized by Google

Die Feuerbrücke liegt 2 F. 8 Z. über der Rostfläche, und diese Abweichung von den bisher betrachteten Flammöfen, sowie von den kleineren Oefen desselben Werkes giebt eine Andeutung über den technischen Unterschied dieses Ofens und der übrigen. Behält man im Auge, dass es beim Bronzeguss Princip ist, mit russender Flamme zu arbeiten, um jede Oxydation der Einsätze zu vermeiden, so erscheint die Praxis der Spandauer Kanonengiesser ganz richtig, welche mit bis an den Rand gefülltem tiefen Feuerherd schmelzen und so oft schüren, dass der Schlot immer qualmt. Das ist auch der Hauptunterschied der Flammöfen zum Bronzeguss und zum Eisenguss, soweit beide einen gestreckten Herd besitzen; legt man den Rost eines Eisenflammofens noch einmal so tief unter die Feuerbrückenebene, als er schon ist, dann kann man mit Bronze schmelzen, und, benutzt man einen Bronzeofen zum Eisenguss, so legt man den Rost entsprechend höher, macht aber die freie Fläche desselben durch Anwendung schmälerer Stäbe auch etwas grösser.

Der Ofen hat ein gestrecktes, nach dem Fuchs etwas verjüngtes Gewölbe und ist an der Feuerbrücke 3 F. 9 Z., an dem Stich 3 F. breit; die Herdfläche ist 12 F. 9 Z. lang und besitzt demnach $\frac{36+45}{2} \times 153$ = 6196½ □Z. Grösse.

Das Verhältniss der Totalfläche des Rostes zur Herdfläche stellt sich hiernach auf $\frac{1}{2,87}$, also immerhin noch günstiger als bei den Sayner Flammöfen, wo dasselbe zuerst $\frac{1}{3,98}$, dann nach dem versuchsweise angeordneten Umbau $\frac{1}{3,41}$ war.*) Der Fuchs hat bei

*) Der Vergleich mit den kleineren Oefen der Spandauer Giesserei ist noch lehrreicher und wird im Folgenden ausführlich behandelt.

Digitized by Google

3 F. Breite 10 Z. Länge, also 360 □Z. Grösse. Daraus ergiebt sich das Verhältniss der freien Rostfläche zur Fuchsöffnung von $\frac{1,4}{1}$; dasselbe ist theoretisch durchaus nicht absolut ungünstig, wiewohl man in der Praxis gewöhnlich weiter geht und dem Fuchs nur den sechsten bis vierten Theil der freien Rostfläche als Querschnitt giebt.

Aus der Betrachtung dieses Ofens geht hervor, dass derselbe in seiner durch die Zeichnungen der Taf. XIII. gegebenen Form zum Gusseisenschmelzen nicht ohne Weiteres verwendbar ist, aber dass eine Vergrösserung und eine Erhöhung des Rostes bei Verengung des Fuchsquerschnittes die Anwendbarkeit herstellen würde.

§. 141. Die vier kleineren Oefen der Spandauer Giesserei unterscheiden sich von den eigentlichen Bronzeöfen durch die im vorigen Paragraphen geltend gemachten Eigenthümlichkeiten, namentlich durch das Verhältniss der Rostfläche, besonders des freien Theils derselben, zu den übrigen Querschnitten des Ofenraums. Construktiv sind die Oefen den Bronzeöfen vollkommen entsprechend; die Fundamentirung hat über der Hüttensohle ebenfalls 7 F. Höhe und der Ofenkörper ist in derselben Weise eingemantelt, wobei die aussen mit hoher und kräftiger Verrippung versehenen Platten noch nachtheiliger wirken, als bei den Bronzeöfen, weil beim Roheisenschmelzen schärfer gefeuert wird und also auch die Wärmeverluste durch Transmission wachsen.

Das Brennmaterial wird, wie bei den Bronzeöfen, durch einen Dom auf den Rost geschüttet; hierbei ist aber zu bemerken, dass die Ausrüstung dieses Doms eine viel solidere ist als bei den anderen Oefen; abgesehen von einem massiv aus Gusseisen gefertigten Mündungsrahmen, ist der Schieber auf der abwärts gekehrten Seite mit feuerfestem Material gefüttert und dadurch geschützt. Ausser diesem Dom befindet sich, nach Art der gewöhnlichen Feuerthüren, eine seit-

Digitized by Google

wärts über dem Rost angebrachte Thür in dem Ofen, die dazu vorzugsweise benutzt wird, um das Feuer anzulegen, aber bei rapidem Schmelzen auch zum Schüren dienen kann.

Das Aufgeben durch den hochgelegenen Dom ist mit Schwierigkeiten verknüpft und zeitraubend, während bei aufmerksamer Bedienung die seitliche Aufgabe des Brennstoffs dasselbe leistet und auch in Spandau bei gesteigerten Anforderungen an den Betrieb stets bewirkt werden dürfte.

Das Einsetzen geschah früher, wie bei den Bronzeöfen, durch die in der Stirnwand der Feuerseite ausgesparte Oeffnung, indessen sind ausserdem noch 2 Thüren vorhanden, die mit Hebeln aufgezogen werden; die eine derselben ist an der äusseren Langseite jedes Ofens angebracht (zwei Langseiten der Oefen stossen immer dicht zusammen), die andere an der Stirnseite über dem Stich, so dass bequem jede Stelle des Herdes besetzt werden kann. Die letztgenannte Thür dient ausserdem noch zur Herdvorbereitung, einer Arbeit, welche besonders im tieferen Theil des Eisensumpfes Sorgfalt und Umsicht erfordert. Diese Einrichtung ist deshalb zu empfehlen, und dabei bleibt nur zu erinnern, dass ein dickes Futter und ein luftdichtes Verstreichen der Thürfugen mit Lehm nie vergessen werden darf.

Ueber der letzterwähnten Thür befindet sich eine ähnliche Beobachtungsöffnung im Fuchse des Ofens, durch welche die Qualität der Flamme beobachtet und die Schürpausen bemessen werden können. In der Thür selbst ist im Obertheil derselben ein kleines Visir zur Beobachtung des Herdes angebracht, welches mit einem eisernen Pfropfen oder einer Scheibe verschlossen werden kann.

§. 142. Ueber die innere Construktion lässt sich nur wenig sagen, da dieselbe ungemein einfach ist. Während bei dem Bronzeflammofen die gewölbte Decke des Schmelzraums gegen die Fuchsöffnung hin sich neigt, ist bei diesem Ofen die Decke der schwachgeneigten Herdsohle in ihrer ganzen Aus-

Digitized by Google

dehnung parallel. Dagegen hat man auch hier, wie bei allen 8 Flammöfen der Anstalt, den Grundsatz befolgt, den Fuchs eben so breit anzulegen, wie die Herdsohle am Stichende ist und diese Breite in die Essenbreite so überzuführen, dass die Wände des aufwärts führenden Kanals in ihrer gegenseitigen Convergenz die aufwärts gerichtete Fortsetzung der Seitenwände des Schmelzraums bilden. Dadurch bezweckt man, die Flammen an den Wänden des Ofens entlang zu leiten und diese vor allen Dingen zu erhitzen. Die Fuchsöffnung erhält hiernach eine mehr oder weniger constante, d. h. von der Herdform abhängige Breite und der richtige Querschnitt muss dann durch eine veränderte Tiefe oder Weite der Oeffnung hergestellt werden; die letztere richtet sich folglich nach den Zugverhältnissen des Apparats überhaupt.

Was nun die Verhältnisse der inneren Theile anbetrifft, so hat Wiebe (a. a. O., Heft 1, Text zu Blatt 5) eine Reihe von Werthen angeführt, die hier nur wiederholt werden sollen.

$$\left\{\frac{\text{Länge der Herdsohle}}{\text{Grösste Breite derselben}}\right\} \frac{2}{1}$$

Flächeninhalt der Herdsohle = 5398,5 □Z.
Breite des Rostes = 61,25 Z. vorn, 69,11 Z. hinten.
Totale Rostfläche = 2281,3 □Z.
Freie Rostfläche = 706,3 □Z.
Bedeckte Rostfläche = 1575,0 □Z.

$$\left\{\frac{\text{Freie Rostfläche}}{\text{Totale Rostfläche}}\right\} = 0{,}39.$$

$$\left\{\frac{\text{Freie Rostfläche}}{\text{Bedeckte Rostfläche}}\right\} = 0{,}45.$$

$$\left\{\frac{\text{Bedeckte Rostfläche}}{\text{Totale Rostfläche}}\right\} = 0{,}69.$$

$$\left\{\frac{\text{Totale Rostfläche}}{\text{Herdfläche}}\right\} = 2{,}37.$$

Breite der Fuchsöffnung 32,50 Z. vorn, 33,68 Z. hinten.
Tiefe der Fuchsöffnung 5 Z.
Flächeninhalt derselben 173,72 □Z.

Digitized by Google

$$\left\{\frac{\text{Freie Rostfläche}}{\text{Fuchsöffnung}}\right\} = 4{,}07.$$

§. 143. Flammöfen von Hoppe u. A. Constructionsresultate von Wiebe.

Die auf den neueren Berliner Giessereien bestehenden Flammöfen schliessen sich in der Construktion den bisher beschriebenen, ziemlich genau an und einzelne Abweichungen der Profile sind gewöhnlich bald wieder verlassen worden. Da man in Berlin wie an allen Orten, welche das Brennmaterial von weither zugeführt erhalten, die Cupolöfen den Flammöfen durchweg vorzieht und sich der letzteren nur beim Einschmelzen grober Brucheisenstücke bedient, ist die Zahl der daselbst arbeitenden Gussflammöfen eine verhältnissmässig kleine und beschränkt sich das Vorkommen der Apparate nur auf die grösseren Giessereien der Stadt und Umgegend.

In dem mehrfach citirten Werke von Wiebe: Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung, 1858, finden sich ausser dem bereits auf Taf. XII. wiedergegebenen Flammofen der Königl. Eisengiesserei zu Berlin nur noch zwei Flammöfen für Eisenguss wiedergegeben, von denen aber wiederum nur der eine unter die Oefen mit gestrecktem Herd gehört, welche hier zu betrachten sind.

Dieser, nach einer Aufnahme in den Zeichnungen der Hütte dargestellte Ofen befindet sich in der Eisengiesserei von Hoppe & Co., und ist nicht selten im Betriebe. Das Gewölbe ist eigenthümlich gerundet und nach dem Fuchs zu stark niedergezogen; da indess der tiefste Punkt der Herdsohle ca. 15 Z. unter dem Niveau der Feuerbrücke liegt und das Gewölbe sich dem letzteren höchstens bis auf 6 Z. nähert, so ist beim Beginn des Heizens das Querschnittsverhältniss nicht so günstig als beim Füllen des Sumpfes.

Durch eine starke Krümmung des Gewölbes und des Herdes, die an manchen Stellen das Vorhandensein genauer Seitenwände ausschliesst, ist das Verhältniss etwas, doch nicht viel, gebessert, aber dagegen

Digitized by Google

die Berechnung der betreffenden Querschnitte empfindlich erschwert.

Die mit 6 verschiedenen genau verzeichneten Halbmessern construirte Profillinie des Gewölbes giebt ein Beispiel unnützen Aufwandes von Genauigkeit in der Nachbildung eines gekrümmten Flammenumrisses; der seitlich abführende stark gebrochene Fuchs ist allein im Stande, die erzielten Vortheile wieder aufzuheben.

Der Grundriss ist rektangulär mit ovaler Zuspitzung am Stich; der Rost ist $3^1/_2$ F. lang und 4 F. breit; die Feuerbrücke 10 Z., der Herd 10 F. 8 Z. lang bei einer gleichmässigen Breite von 4 F. bis zur Ausmündung am Fuchs, die zunächst einem Kreise von 4 F., dann einem von 3 F. Durchmesser entspricht.

Die Feuerbrücke ist 16 Z. über dem Rost und die Herdfläche resp. 6 und 15 Z. unter dem Niveau derselben; die Abscisse des Gewölbscheitels ist von der Feuerbrückenkante an gerechnet 2 F. und die Ordinate 2 F. 9 Z., so dass sich das Gewölbe im Mittel der leicht abgeschrägten Feuerbrücke 2 F. 8 Z. über derselben befindet. Die Pfeilhöhe des Gewölbes ist an dieser Stelle 9 Z., an der Einsatzthür 6 Z., so dass im Mittel derselben (2 F. 9 Z. von der Feuerbrückenkante) die Höhe des freien Raumes des Ofens 3 F. am Rande, 3 F. 6 Z. in der Mitte beträgt. Der Fuchs hat 15 F. Tiefe bei ca. $2^1/_2$ F. Breite und ist von elliptischer Form. Armatur und Futter bieten nichts Ungewöhnliches und dürfte überhaupt der ganze Apparat durchaus nicht zur Nachahmung auffordern, da die Gewölbeconstruktion nicht nur schwierig und kostbar, sondern auch entschieden falsch angeordnet ist.

§. 144. Auf die Resultate der Berliner Oefen gegründet, erscheinen die von Wiebe gemachten Mittheilungen über die Verhältnisse der Flammöfen hier nicht überflüssig. Nachdem S. 509 des 1. Bandes (2. Abtheilung) der Bau und der Betrieb der Flammöfen im Allgemeinen charakterisirt worden ist, verbreitet sich der Verfasser auf S. 510 über die Constructionsfundamente — der Bequemlichkeit wegen auf eine bestimmte Gewichtseinheit in der Produktion

Digitized by Google

bezogen — und adoptirt für je 100 Pfd. Einsatz ein Luftquantum von 3,25 Cubikfuss pro Secunde, welche mit einer gleichfalls angenommenen Geschwindigkeit von 5 Fuss in derselben Zeit durch den Rost strömen soll.

Daraus ergiebt sich eine freie Oeffnung des Rostes von 0,65 □F., welcher ca. 0,6 der totalen Rostfläche beträgt, wenn man annimmt, dass die Roststäbe $^3/_4$ bis 1 Z. Zwischenabstand haben.

Eine weitere Deduktion aus der Praxis liegt darin, dass der Querschnitt über der Feuerbrücke und die obere Schornsteinmündung gleichgross zu nehmen seien und 0,4—0,5 des Querschnittes der freien Rostfläche betragen müssten. Begründet wird diese Annahme durch nichts; ebensowenig die weitere Behauptuug des Verfassers, dass der Fuchsquerschnitt bei gut construirten Oefen $^1/_8$—$^1/_6$ des Querschnittes der freien Oeffnung der Rostfläche betrage: es sind lediglich praktische Ergebnisse.

Für die Höhe des Schornsteins ist die Formel $H = 60 + \frac{80}{5\,d - 1}$ aufgestellt, worin H die Höhe und d den Durchmesser oder die Seite des Innern in Fussen bezeichnet. Durch die Constante 60 wird die Grösse H in ziemlich engen Grenzen gehalten und der ganze Apparat wird erst durch den veränderlichen, von der Rostfläche abhängigen Querschnitt mit den übrigen Ofentheilen in Beziehung gebracht.

Ganz eben so wie die betrachteten Theile des Ofens wird das Verhältniss der Herdfläche empirisch bestimmt und auf $3^1/_2$—$4^1/_2$ Mal so gross, als die totale Rostfläche, festgestellt, wobei indess die Länge sich zur Breite des Ofens wie 2—3 zu 1 verhalten muss.

Ehe die ausführlich berechneten Zahlengrössen pro 100 Pfd. Einsatz mitgetheilt werden, muss Verf. nochmals darauf aufmerksam machen, dass er diese Verhältnisse nur als Durchschnittswerthe Berliner Erfahrungen ansieht, einen allgemeinen, besonders aber wis-

Digitized by Google

senschaftlichen Werth dagegen denselben nicht beilegen kann. Dieses ist der Grund, warum sie hier und nicht bei der Beschreibung und Theorie der Ofenarbeit selbst wiedergegeben worden sind.

§. 145. Aus den erwähnten Annahmen und Behauptungen ergeben sich für die Schmelzung von 100 Pfd. Roheisen pro Stunde:

eine Totalfläche des Rostes von	1,08 □F.	= 155,52 □Z.
freie Oeffnung desselben	0,65 □ „	= 93,60 □ „
bedeckte Rostfläche	0,43 □ „	= 61,92 □ „
Querschnitt des Ofens über der Feuerbrücke	0,260 □ „ bis	= 37,44 □ „
Obere Schornsteinmündung	0,325 □ „	= 46,80 □ „
dasselbe im Mittel	0,292 □ „	= 42,12 □ „
Fuchsquerschnitt	0,10 □ „	= 14,40 □ „
Grösse der Herdsohle	4,32 □ „	= 622,08 □ „

Aus diesen Zahlen entspringen folgende Verhältnisse:

$\frac{\text{freie}}{\text{totale}}$ Rostfläche	$\frac{0,6}{1} = \frac{3}{5}$	= 0,6
$\frac{\text{freie}}{\text{bedeckte}}$ Rostfläche	$\frac{0,6}{0,4} = \frac{3}{2}$	= 1,5
$\frac{\text{bedeckte}}{\text{totale}}$ Rostfläche	$\frac{0,4}{1} = \frac{2}{5}$	= 0,4
$\frac{\text{Schornsteinmündung}}{\text{freie Rostfläche}}$	$\frac{0,45}{1} = \frac{9}{20}$	= 0,45
$\frac{\text{Feuerbrückenzone}}{\text{freie Rostfläche}}$		
$\frac{\text{Fuchsquerschnitt}}{\text{freie Rostfläche}}$	$\frac{0,15}{1} = \frac{3}{20}$	= 0,15
$\frac{\text{Herdsohle}}{\text{freie Rostfläche}}$	$\frac{6,^2/_3}{1} = \frac{20}{3}$	= 0,66
$\frac{\text{Herdsohle}}{\text{totale Rostfläche}}$	$\frac{4}{1}$	
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ der Herdsohle	$\frac{2,5}{1} = \frac{5}{2}$	= 2,5.*)

*) Bei einem Vergleich mit den im §. 142 angegebenen

Digitized by Google

§. 146. Um einen praktischen Vergleich zwischen den ebengenannten Zahlen- und anderen Ofenverhältnissen anstellen zu können, hat der Verfasser des citirten Werks auf S. 512 desselben Bandes die Maasse für einen 80 Ctr. Roheisen fassenden Ofen berechnet.

Die auf 4 Stunden angenommene Schmelzzeit ergiebt für 1 Stunde eine Leistung von 2000 Pfd., für welche sich folgende Querschnittsverhältnisse berechnen.

Es beträgt:

die totale Rostfläche	21,6	□F.
die freie „	13,0	„
die bedeckte „	8,6	„
der Querschnitt über der Feuerbrücke	5,82	„
der Querschnitt des Schornsteins	5,82	„
die Seite des quadratischen Schornsteins	2,3	F.
die Höhe desselben	68	„
der Querschnitt des Fuchses . .	2	□F.
der Querschnitt der Herdsohle .	86,4	„
die Länge der Herdsohle . . .	14,75	„
die Breite der Herdsohle . . .	5,88	„
die Breite des Rostes	5,88	„
die Länge des Rostes	3,68	„

In einigen Beziehungen entsprechen die gefundenen Grössen der Wirklichkeit, während sie in vielen durchaus nicht mit den besseren Erfahrungen der Praxis übereinstimmen.

Die Grösse des Herdes ist viel zu bedeutend angenommen, da Flammöfen mit einem Einsatz von 75—80 Ctr. selten über 12 F. lang und 4 F. breit sind, also 48 □F. Herdfläche besitzen, anstatt 86,4 □F. Es wären leicht noch weitere Vergleiche mit den bisher geschilderten Beispielen anzustellen; der eine, bei dem

---

ebenfalls von Wiebe redigirten Verhältnisszahlen der Spandauer Oefen sind wesentliche Unterschiede nicht zu verkennen, die deutlich beweisen, wie wenig Uebereinstimmung in den Ansichten der Praktiker existirt.

Digitized by Google

auch die zu grosse Breite des Ofens, überhaupt also auch des Rostes, eingeschlossen ist, genügt, um zu zeigen, dass man den Verhältnisszahlen nicht unbedingt trauen darf, die aus einer nur geringen Zahl von concreten Fällen abgeleitet sind.

Eine weitere Unstimmigkeit, von welcher später, im nächsten Hauptabschnitt die Rede sein wird, findet sich zwischen der angenommenen Geschwindigkeit der Luft und der berechneten Essenhöhe.

§. 147. Oefen von Neustadt und Witkowitz. Ofen von Westpoint.

Zu den Flammöfen mit gestrecktem Herd gehören noch die auf Taf. XIII. in einfachen Umrissen skizzirten Oefen, Fig. 6—9, sowie der bei Kerl abgebildete hier nicht wiederholte Ofen von Witkowitz (Taf. IV. 106, 107 der Allgem. Hüttenkunde, Bd. III.).

Ein Flammofen von der grossen Hüttenanlage zu Neustadt am Rübenberge ist in seinen Hauptumrissen in den Fig. 6 und 7 dargestellt; derselbe zeigt ein sehr hohes Gewölbe und eine bereits an dem Berliner Ofen, Taf. XII., Fig. 2 *a* und *b* gerügte Einschnürung der Seitenwände in der Gegend der Feuerbrücke.

Der Herd hat einen elliptisch-gerundeten Grundriss und spitzt sich nach dem Stiche etwas zu. Ueber demselben zieht die Flamme durch einen 2 F. breiten, 6 Z. langen Fuchs ab, der in einiger Höhe über dem Gewölbe in die fast quadratische (1 F. × $1^1/_4$ F.) grosse Esse übergeht.

Aus der in den Sammlungen der „Hütte", Jahrg. 1861, Blatt 152 enthaltenen Originalaufnahme geht hervor, dass die Ausstattung dieses Ofens eine sehr elegante ist; die schlechten Eigenschaften des Profils, die in schmauchender Flamme und kaltem Herd bestehen, werden dadurch aber in keiner Weise compensirt.

Ein Flammofen zum Roheisenschmelzen, wie er auf der amerikanischen Kanonengiesserei zu Westpoint angewandt wird, ist in den Fig. 8 u. 9

Digitized by Google

der Taf. XIII. in seinen Hauptmaassen angegeben; das Original unserer Skizze befindet sich auf der Taf. I. des ausführlichen Berichts Nr. X. von Rodman, über den Einfluss der Ofenconstruktion auf die Festigkeit des darin geschmolzenen Eisens.*)

Der Ofen ist für kleine Einsätze von sehr zweckmässiger Construktion und scheint ziemlich rasch zu arbeiten, denn in $5^1/_2$ Stunden vom ersten Feuer an können über 10,000 Pfd. Roheisen niedergeschmolzen und nach weiteren $2^1/_2$ Stunden (dem amerikanischen Princip entsprechend) zum Guss bereit sein, wie aus den Berichten der Artillerieoffiziere zu Westpoint hervorgeht. Einzige Bedingung eines solchen mit dem Herd beinah parallel laufenden gestreckten Gewölbes ist nur, dass die Einsätze stets aus Barren, nicht etwa aus groben Façonstücken bestehen. Die grossen Flammöfen von Fort Pitt, die auf Taf. XVI. verzeichnet sind, haben andere Verhältnisse und können schwere Einsatzstücke bequem aufnehmen.

§. 148. Die Flammöfen des österr. Gusswerks Mariazell in Steyermark.

Diese interessanten Apparate bilden in ihrer Gesammtheit den Uebergang von den Oefen mit gestrecktem Herd, zu den Oefen mit vertieftem Herd, auf welche wir jetzt einzugehen haben.

Nach den Mittheilungen von Rossival**) sind

*) Vgl. das grosse Werk: Reports of Experiments on the properties of Metals for Cannon and the Qualities of Cannon Powder etc. by Capt. T. J. Rodman of the Ordnance departements U. S. army. — By Authority of the Secretary of War. Boston, Mass: Charles H. Crosby — 1861. — Diesem Werke verdankt die Technik der Eisengiesserei ausserordentlich viel, wenn auch durch den Congressbeschluss vom 15. Februar 1869 die Erfahrungen für die Artillerie als unzureichend und überaus kostspielig bezeichnet worden sind. Ich werde noch oft Gelegenheit finden, das Werk zu citiren, und empfehle allen mit der Eisengiesserei in grösserem Maassstabe Beschäftigten die Lektüre desselben auf das Angelegentlichste.

**) Die Dimensionen von Rossival stimmen nicht genau mit den von Kerl (a. a. O. Bd. III., Taf. IV., 102, 103) angegebenen überein, weshalb ich es für nöthig gehalten habe, eine an Ort und Stelle gefertigte Originalzeichnung zu benutzen,

Digitized by Google

in Mariazell 7 Flammöfen vorhanden, welche an zwei Seiten von zwei Dammgruben liegen und gleichzeitig benutzt werden können. — Sie sind zur Feuerung mit gedörrtem Holze eingerichtet und weichen deshalb ein wenig von den für Steinkohlen adoptirten Profilen ab. Das Gewölbe liegt hoch und der Rost ziemlich tief unter dem für Steinkohlenfeuerung gebräuchlichen Niveau, wie es auch bei den grösseren Oefen der Spandauer Giesserei, Taf. XIII., Fig. 1 u. 2, erläutert worden ist.*)

Das auf Taf. XIV., Fig. 1 u. 2, abgebildete Ofenpaar hat eine ziemlich einfache Form, unterscheidet sich aber von den seither beschriebenen Flammöfen durch die Höhe des Gewölbes, die bei der Holzfeuerung gewissermaassen Bedingung sein muss. Damit contrastirt die Rostgrösse, die nur $3 \times 3^2/_3$ Quadratf. beträgt und bei durchaus nicht so tiefer Lage, als man voraussetzen könnte, eine sehr geregelte und aufmerksame Bedienung des Feuers erfordert. Um die letztere zu erleichtern, finden sich auch zwei Aufgabeschächte für das kleingeschnittene, gedörrte Holz vor, die in Fig. 2 dargestellt sind und Schieber besitzen, wie die Oefen von Spandau.

Ein in der Zeichnung Fig. 1 nicht angedeutetes, in der Höhe der oberen Armaturkante anzubringendes plattenförmiges Gerüst ist ebenfalls zur gehörigen Bequemlichkeit der Arbeiter eingerichtet und erschwert jede Nachlässigkeit in der Bedienung der Oefen. Der Herd ist sehr sorgfältig untermauert und mit einer Schlackenbettung versehen, auf der eine Lage feuerfester Steine sich befindet, welche den eigentlichen Sand- oder Masseherd trägt. Die Schlackenbettung bildet einen Abzug für die Feuchtigkeit des Funda-

---

die in hinreichend grossem Maassstab angelegt ist, um keine Irrthümer zuzulassen. Die beiden Verfasser haben jedenfalls nichts Falsches berichtet, nur beziehen sich wahrscheinlich die Angaben derselben auf verschiedene Apparate des Werks, die, vielleicht ursprünglich gleich projektirt, im Lauf der Zeit bauliche Veränderungen aller Art erfahren haben.

*) Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik, VIII. Jahrgang 1860.

Digitized by Google

ments und dient dazu, den Herd warm zu machen. Die Essendisposition ist aus dem Durchschnitt Fig. 1 hinreichend deutlich; 6 Säulen tragen die Doppelesse zweier aneinanderstossender Flammöfen, so dass sich der Grundriss einer Esse im Mittel von 4 dieser Säulen darstellt.

Die Höhe der Essen beträgt bei den Doppelöfen 98 F., bei den einfachen nur 78 F. nach Rossival's Notizen. Die Zugänge zu dem Ofeninnern sind sehr zahlreich und bestehen hauptsächlich in Einsatzthüren.

Es liegen an der Langseite drei Einsatzthüren, wovon die eine über dem Roste sich öffnet, aber vermauert ist — die zwei anderen bilden die Zugänge zum Herd. Eine vierte Einsatzthür ist in der Stirnseite des Ofens angebracht und dient wie die betreffende Oeffnung der Spandauer Bronzeöfen dazu, Geschützrohre einzuführen oder andere schwere Einsatzstücke; sie wird nach Besetzung des Ofens vermauert.

Auf dem Gewölbe befinden sich die schon erwähnten Füllschächte und an der Stichseite ist in geeigneter Höhe eine Beobachtungsöffnung vorhanden.

Noch bleibt zu erwähnen, dass die Fundamentirung der Oefen sehr sorgfältig ausgeführt ist und dass durch die Anlage einer 9 Fuss langen und 6 F. 6 Z. tiefen Aschengrube unter jedem Ofen für hinreichende Luftzuführung gesorgt ist.

Die Zustellungsmaterialien bestehen nach Rossival's Mittheilungen für die Wände aus feuerfesten Ziegeln von Porzellanabfall Wiener Fabriken und für den Herd aus einer besonderen ausgewählten Masse, die aus 1 Theil Kanonenformmasse, 1 Theil gemahlenem Schlackensand, 1 Theil feinem Kohlenstaub und 1 Theil Lehm besteht.

§. 149. Bei der eben geschilderten Zustellung der Oefen zu Mariazell wurde nicht stehen geblieben, sondern es wurden die Erfahrungen benutzt, welche Beamte des Werks auf Reisen machten, um eine wirksamere und die Qualität des Roheisens weniger schädigende Zustellung zu entwerfen. Eine

Digitized by Google

ausführliche Besprechung dieser ganzen Angelegenheit erfolgte bereits 1857 durch den Bergrath Wagner zu Mariazell (vgl. Oesterr. Ztschr. für Berg- u. Hüttenwesen, V. Jahrg. 1857, S. 115), der Folgendes entlehnt worden ist.

Bei den Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens könne man zwei wesentlich verschiedene Construktionen des Innern unterscheiden. Flammöfen mit ebenen geneigten Herden und Gewölben und solche mit gebrochenem eingesenkten Gewölbe und Sumpf.

Als Unterschied wird nur hervorgehoben, dass die erstgenannten Oefen dem Roheisen eine grosse Oberfläche geben, während die anderen dieselben zu verhüten suchten; für beide Construktionen sprächen Gründe und Vortheile, je nach Zweck und Absicht beim Umschmelzen des Roheisens.

Immerhin und unter allen Umständen verdiene jene Construktion den Vorzug, bei welcher in der kürzesten Zeit mit dem geringsten Brennstoffaufwand und Metallverlust der entsprechende Flüssigkeitsgrad des Eisens erzielt werden kann.

Nach Wagner beabsichtigten Flammofenherde mit geneigter Ebene neben der Umschmelzung eine Purifikation, eine gewisse Qualificirung des Eisens; die flach geneigte Ebene des Flammofenherdes soll dem flüssig gewordenen Eisen eine grosse Oberfläche bieten, somit durch Berührung mit der nicht neutralen Flamme eine theilweise Entkohlung des Eisens und Abscheidung der demselben beigemischten Erdarten, Schlacken, ermöglichen.

Flammöfen mit eingesenktem Gewölbe und Sumpf sollen lediglich Flüssigmachung des Eisens in möglichst grossen Quantitäten bezwecken, wobei der Brennstoff möglichst geschont und der geringste Metallverlust stattfinden soll.

Zu dieser Gegenüberstellung der betreffenden Apparate ist von Seiten des Verf. zu bemerken, dass der einzige Zweck eines vollkommenen Flammofens der sein soll, das Roheisen möglichst unverändert

Digitized by Google

niederzuschmelzen, gleichzeitig mit möglichster Berücksichtigung des ökonomischen Standpunktes. Lediglich die praktische Unmöglichkeit, jene ideale Anforderung vollständig zu lösen, führt, je nach dem Material, welches ein Werk zu verarbeiten hat, zur Wahl des Apparates.

Eine Umänderung des Materials wird nie beabsichtigt, sondern nur geduldet werden, weil — die Möglichkeit unveränderter Schmelzung mittelst eines Ofens zugegeben — es stets leichter ist, das kalte Roheisen in Bezug auf seine Eigenschaften sich auszuwählen, als während eines von verschiedenen Zufällen abhängigen Schmelzprocesses eine wünschenswerthe Aenderung in der Qualität des Einsatzes erzielen zu wollen. Abgesehen hiervon wirkt indess der Flammofen niemals absolut verbessernd auf das Eisen ein, sondern nur relativ und gewisse Roheisensorten können, in einem Flammofen, mit stärkerer Einwirkung seitens der Ofengase, eher als andere geschmolzen werden, weil der Verlust eines Bestandtheils im Bezug auf das darzustellende Objekt einen Vortheil, die Aufnahme anderer Bestandtheile dagegen in derselben Hinsicht keinen zu grossen Nachtheil bildet.

Bergrath Wagner hat selbst die mit einer Purifikation des Roheisens so häufig verbundenen Nachtheile ausführlich hervorgehoben und muss doch selbst von dem Vorzug der Oefen mit geneigtem oder gestrecktem Herd nicht so sehr überzeugt gewesen sein, da er im Folgenden der Einführung anderer Profile das Wort redet, die uns von selbst in die Abtheilung der Sumpföfen oder der Staffordshireöfen leiten.

§. 150. Die ältere Zustellung der Mariazeller Oefen, welche seit 1831 unverändert beibehalten worden war, ergab bis 1857 verschiedene Resultate, welche in ihren Schwankungen hauptsächlich von der Qualität des angewandten Brennstoffs abhingen, sowie von der anfänglichen Beschaffenheit des eingesetzten Roheisens.

Erst in dem letztgenannten Jahre änderte man das Profil der Oefen in der Absicht um, die Schwankungen

Digitized by Google

des Betriebes zu mindern und schliesslich ganz zu beseitigen.

Die Veränderungen bestanden vornämlich in einer Erhöhung des Rostes um 15 Z., ebenso wurde auch das Gewölbe um ein entsprechendes Maass erhöht und nach dem Fuchs mehr zusammengezogen, so dass es anstatt 28 Z. nur noch 18 Z. über dem dortigen Niveau der Herdfläche sich erhob.

Dabei gab man dem Herd eine stärkere Neigung und dem Gewölbe nur noch eine flache Wölbung anstatt der früheren halbkreisförmigen, und endlich wurde der Herd selbst mit grösserer Sorgfalt behandelt, um das Aufwachsen des Eisens zu verhindern.

Durch die Rost- und Gewölbeerhöhung und durch das Niederziehen des Gewölbes nach dem Fuchse zu sollte die Flamme mehr auf den Einsatz geleitet und die Zone der intensivsten Hitze mehr nach dem Stich zu verlegt werden.

Eine ökonomisch günstige Folge hat die neue Construktion nicht gehabt, obwohl eine geringe Ersparniss an Brennstoff eingetreten ist; dieselbe ist aber nicht bedeutend genug, um allein die neuen Verhältnisse als bessere hinzustellen.

Als beste Flammofenconstruktion in ökonomischer Beziehung scheint Wagner die Flammöfen mit vertieftem vorn gelegenen Eisensumpf anzusehen, und bedauert er, dass die örtlichen Verhältnisse der Giesserei zu Mariazell eine Anwendung der von ihm in Frankreich (Besançon und Le Creusot) und England vielfach gesehenen Ofenform nicht zuliessen. Auch Wasseralfingen habe diese Flammofenform eingeführt und arbeite mit dem besten Erfolge; die mitgetheilten Schmelzen von resp. 100 und 120 Zollcentnern Roheisen ($^2/_3$ grau, $^1/_3$ melirt) in je $5^1/_4$ Stunde bei einem Kohlenaufwand von resp. 20 u. 21 Zollcentnern Steinkohle sprächen so sehr zum Vortheil der veränderten Ofenform für alle Fälle, wo die Qualität der disponibeln Einsätze kein Hinderniss bilde, dass die Einführung nicht genug empfohlen werden könne.

Digitized by Google

§. 151. Nach den von Bruno Kerl gemachten Mittheilungen scheint es aber in späteren Jahren doch möglich gewesen zu sein, einen Flammofen mit Sumpf in Mariazell zu erbauen.*)

Der Ofen ist auf demselben Fundament erbaut, wie jeder der alten Oefen, bildet jedoch nicht den Theil eines Doppelofens, sondern steht allein an der Wand des Giessraumes, so dass der Stich in einer Thüröffnung derselben mündet. Die Esse wird von 4 Säulen ganz in derselben Weise getragen, wie die Doppelesse von ihren 6 Säulen und die Armatur des Ofens selbst ist nur insoweit verändert, als das in der hinteren Ofenhälfte hochgezogene Gewölbe es verlangt.

Die Rostgrösse ist beibehalten, nur ist der ganze Ofen um 8 Z. im Ganzen breiter geworden und ist gleichmässig breit vom Rost bis zur Fuchsbrücke, wo er sich plötzlich, d. h. in der nur geringen Fuchslänge auf 21 Z. (dem Essendurchmesser) zusammenzieht.

Die Dimensionen gehen aus Fig. 3 hervor, wo das schraffirte Profil den Ofen von Mariazell — das bloss gestrichelte den Ofen zu Besançon vorstellt, der jenem zum Muster diente und sich nur durch die auf das Brennmaterial genommenen constructiven Rücksichten unterscheidet. Die jedenfalls schwach geneigte hintere Herdfläche ist in der Kerl'schen Skizze des Ofens von Mariazell wagrecht gezeichnet, eine Construktion, die unmöglich ist und die ich geändert habe.

Bei dem Vergleich der beiden Ofenprofile wird man die Fehler der in Mariazell ausgeführten Construktion sofort gewahr; der Raum des Ofens ist

---

*) Die Originalzeichnung der auf Taf. IV des III. Bandes der Metall. Hüttenkunde, Fig. 110 u. 111, wiedergegebenen Skizze stammt aus der umfänglichen Sammlung von Zeichnungen auf der Bergakademie zu Clausthal und war die unmittelbare Copie einer in Leoben befindlichen Aufnahmezeichnung.

Da die äusseren Ofendetails bei dem Umbau beibehalten worden sind, habe ich auf Taf. XIV., Fig. 3, nur die Ofencontour in vollen Linien dargestellt und zum besseren Vergleich denselben Maassstab wie Fig. 1 u. 2 beibehalten.

Digitized by Google

im Vergleich zur Rostfläche viel zu gross, und kann nicht anders als ökonomisch nachtheilig wirken. Der Querschnitt des ganzen Rostes beträgt 13 □F., während der grösste Ofenquerschnitt im Scheitel des Gewölbes über 19 □F. besitzt, über der Feuerbrücke ist der Ofen dagegen nur $6^1/_2$ □F. weit.

Die auf Taf. XIV., Fig. 4 u. 6, gezeichneten Profile andrer Flammöfen ähnlicher Bauart zeigen weit rationellere Principien und arbeiten auch sehr gut; die Oefen von Mariazell und Besançon verbrauchen bei genügender Schmelzhitze zu viel Brennstoff und schmelzen trotzdem nicht so rasch, um jede Veränderung des Eisens unmöglich zu machen.

An die Oefen zu Mariazell schliessen sich die der übrigen steyrischen und kärnthner Hüttenwerke an, welche ebenfalls meist nur leichtere Brennstoffe verbrauchen können.

Kerl theilt (a. a. O. III. Bd. Taf. IV., Fig. 104, 105) die Skizze eines Gebläseflammofens von St. Gertraud mit und Rossival (a. a. O.) bespricht die Flammöfen von Zeltweg, die mit Braunkohlen betrieben werden.

Bei denselben ist der Rost 5 F. lang, an der Feuerbreite 5 F., an der Heizthür 4 F. breit und liegt 12 F. unter der Feuerbrücke. Diese ist 15 Z. lang, 8 Z. über dem Herd erhoben und 16 Z. unter dem Gewölbe, sie verengt sich dabei gegen den Herd auf 4 F. Breite. Der Herd ist $8^1/_2$ F. lang, liegt im Mittel 24 Z. unter dem Gewölbe und hat einen Fall von 7 Z. durchweg in einer Breite von 4 F. und zieht er sich am Ende zusammen und vertieft sich um 6 Z. Die Esse ist 30 □Z. gross und 90 F. hoch. Der Apparat fasst 120 Ctr. Eisen.

§. 152. Oefen von Wasseralfingen.

Die Eisengiesserei zu Wasseralfingen bei Aalen bietet, wie die von Mariazell, die Uebergänge vom Flammofen mit gestrecktem Herd in den Ofen mit vertieftem Herd dar und es sind auf Taf. XIV., Fig. 4 u. 5, Muster beider Art von dort her darge-

Digitized by Google

stellt.*) Die Originale sind grosse an Ort und Stelle gefertigte Aufnahmen und befinden sich in der Zeichnungssammlung der Königl. Bergakademie zu Berlin. Der in Fig. 5 dargestellte Ofen hat einen gestreckten Herd, der aber weit kürzer ist als gewöhnlich; er misst nur 9 F. in der Länge bei 4—4½ F. Breite.

An der Stichseite ist eine am Boden 2 F. lange, 2½—2 F. breite Fuchsbrücke, in welcher der Stich sich befindet und über welche der 6½—7½ Z. hohe Fuchs nach dem Essenkanal führt, der 8—9 Z. lang und 2 F. breit zuerst in die Höhe, dann in wagrechter Richtung nach einer Doppelesse führt. Diese durch lokale Umstände bedingte complicirte und schädliche Disposition des Fuchses ist auf der Zeichnung fortgelassen worden.

Die Gewölblinie ist wenig geschwungen oder gebrochen, die beiden einander gegenüber liegenden Einsatzthüren sind nur klein (15 bis 21 Z.), so dass dieser Ofen nur zur Verarbeitung von Roheisen in Barren dienen kann, nicht zum Einsatz grosser Stücke.

Die Zustellung ist einfach; zwischen drei Steindämmen, die unterhalb aus gewöhnlichen Steinen, nach oben aus feuerfesten Steinen bestehen, sind Schlacken oder Chamottebrocken bis zu gleicher Höhe mit den Dämmen aufgefüllt und festgestampft, und helfen die eigentliche Herdmasse tragen. Die Horizontal-Projektion der Herdfläche ist in punktirten Linien in dem Durchschnitt Fig. 5 so eingezeichnet, dass die Mittellinie mit der Rostfläche zusammenfällt und die Breitendimensionen vertikal stehen.

Daraus ersieht man, dass der Umriss des Herdes ein spindelförmiger ist, mit einer besonderen Zuspitzung nach dem Fuchse zu.

Ein Ofen mit Sumpf und geknicktem Gewölbe desselben Werkes ist in Fig. 4 dargestellt und

*) Der Maassstab ist Württembergisches Decimalmaass, worauf bei der Lesung der in 2stelligen Ziffern ausgedrückten Maasse zu achten ist.

Digitized by Google

zeigt grössere Dimensionen als der eben beschriebene. Der Rost ist 4 F. lang, und 4 F. 4 Z. breit, die Feuerbrücke 10 Z. lang, der Herd bis zum Mittel des ca. 6 F. langen Sumpfes 3 F. lang, von da bis zum Mittel der Einsatzthür auf der hinteren schiefen Herdfläche 6 F. lang, bis zur 5 Z. langen Fuchsschwelle 3 F. lang.

Die Totallänge des Herdes beträgt hiernach 12 Fuss von der Feuerbrücke bis zur Fuchsbreite gerechnet; an diese letztere schliesst sich der steil abwärts führende Fuchs in einer gleichmässigen Breite von $2^1/_2$ F. und einer Höhe von 13—17 Z. Der untere Theil der Esse ist 8 Z. lang bei $2^1/_2$ F. Breite und geht erst weiter oben in den quadratischen Theil des 80 F. hohen Zugapparates über. Die Form des Ofens im Grundriss ist wesentlich rektangulär und nur der unmittelbar an die Fuchsbrücke stossende obere Theil des Herdes verjüngt sich allmählich von der Einsatzthür an, zu der Fuchsbreite von $2^1/_2$ F.

Auf der einen Seite des Ofens, der Giesserei zu, befindet sich der Stich und eine Beobachtungsthür auf der hinteren Herdfläche der Einsatzthür gegenüber; auf der Aussenseite dagegen liegen die Feuerthür, eine Beobachtungsthür dem Stich gegenüber und die Einsatzthür auf der schiefen Fläche.

§. 153. Marienhütter Ofen.

Der auf Taf. XIV., Fig. 6 u. 7, dargestellte Flammofen der Königin Marienhütte bei Zwickau bietet einige Eigenthümlichkeiten in seiner Anlage, die ohne Nachtheil nachgeahmt und deshalb ausführlicher mitgetheilt zu werden verdienen.

Derselbe ist so hoch fundamentirt, dass der Stich ungefähr 4 F. über der Hüttensohle liegt und aus dem Sumpf bequem in eine Krahnpfanne der grössten Art abgestochen werden kann.

Der auf der Zeichnung Fig. 6 angedeutete Boden ist die hinter einer Futtermauer aufgestampfte Terrasse, welche den Ofen auf 3 Seiten einfasst und zum Besetzen, Schüren und Repariren dient.

Das hohe Fundament ist benutzt worden, um den Fuchskanal darin hin- und herzuführen und die abzie-

Digitized by Google

hende Wärme zum Austrocknen des Ofenherdes und Vorwärmen desselben anzuwenden.

Da die Giesserei wie die ganze Hüttenanlage von Cainsdorf am Fusse eines Höhenzuges liegt, der mit Terrassen abgestuft ist, so hat die Anlage dieser Sohlenheizung noch eine besondere lokale Berechtigung, da die Feuchtigkeit der Umgebung sich zunächst nach der Giesserei zieht und auf alle Funktionen derselben einwirkt.

Der Herd wird, abgesehen von den Gewölben dieser Kanäle, noch von eisernen Platten gehalten, welche von einer Längswand zur anderen durchgehen und die aus feuerfesten Steinen gelegte Bettung des Sandherdes tragen.

Der Ofen besitzt auf der Rückseite die Füllöffnung für den Feuerherd, die Einsatzthür auf der schiefen Herdfläche, sowie ein Visir in der Mittelebene des Stichs; — auf der Vorderseite befinden sich der Stich und noch zwei Visire, eines davon über dem Stich und das andere nach dem Fuchse zu, der Einsatzthür schräg gegenüber.

Der Ofen schmilzt rasch ein, indem ein von 50—90 Ctr. variirender Einsatz, der aber in den glühenden Ofen gethan werden muss, in 4 Stunden niederschmilzt. Die Esse ist ca. 60 F. hoch und 2 F. im Quadrat gross. Der Rost ist nicht sehr lang, der Ofen besitzt aber eine gleichmässige Breite von 5 F. und spitzt sich erst hinter der Einsatzthür soweit zu, dass er in den Fuchskanal ohne Brechung übergehen kann. Der Wendepunkt der Gewölbcurve liegt hier, wie auch bei dem grösseren Wasseralfinger Ofen, in der Ebene des Stiches und bildet in seiner Anordnung die wirkliche Charakteristik des Staffordshireofens.

§. 154. Ofenbeschreibungen von Karsten und Guettier.

An die besprochenen Oefen mit vertieftem Herd schliessen sich ähnliche Profile an, die Karsten und Guettier beschrieben und auch abgebildet haben.

In Guettier's Werk findet man Taf. VII., Fig. 17 u. 18, die Längsprofile zweier Staffordshireöfen

Digitized by Google

wiedergegeben und S. 198 des Textes unter 380. Einiges darüber gesagt. Der eine dieser Oefen ist nur klein, auf 10—12 Ctr. Einsatz berechnet und wird vorzugsweise für das Schmelzen von Bronze empfohlen, während der Ofen der Fig. 18 gross genug ist, 60—70 Ctr. aufzunehmen. Ein entschiedenes Urtheil spricht der Verfasser nicht aus und sagt nur, dass diese Construktion oftmals vortheilhaft sei, indem das Gusseisen längere Zeit flüssig bleibt, weniger Schaalen ansetzt und einen geringeren Abbrand erleidet als in den Oefen mit gewöhnlichem gestreckten Herd.

Das gebrochene Gewölbe sei dabei nothwendig und nützlich, weil sich die Flamme alsdann besser auf das Roheisenbad lenken lasse und den Sumpf wärmer mache. Indessen sei die Bauart eines solchen Gewölbes kostspielig und verlange häufige Reparaturen.

Guettier zieht aber die Fig. 15 u. 16 seiner Taf. VII. gegebene Construktion der Flammöfen von Indret vor, die bei äusserst knappen Verhältnissen 60 Ctr. Eisen fassen und, in grösserem Maassstab, auf Einsätze von 400 u. 500 Ctr. construirt, ähnliche Resultate geben dürften. (?) Die etwas ungenaue Zeichnung ist wegen mangelnder Maasse und weil sie nichts besonderes bot, nicht aufgenommen worden. Schliesslich behauptet Guettier, dass man für grosse Stücke sich in Frankreich immer der Cupolöfen bediene und deren Betrieb in allen Fällen dem Betrieb der Flammöfen vorziehe.

Karsten beschreibt ganz kurz einen Staffordshireofen, dessen Profil und Grundriss auf den Figuren 15 u. 16 der Taf. XXIV. abgebildet sind und dessen Construktion sich von der später zu besprechenden der Flammöfen in der Bessemerhütte zu Königshütte fast gar nicht unterscheidet.

„Der Herd und das Gewölbe," sagt Karsten im Band V. S. 130, „erhalten solche Neigungen, dass das „Roheisen durch den Flammenstrom beim Einschmel„zen schnell in Flüssigkeit gebracht, nach erfolgter „Schmelzung aber der oxydirenden Flamme des Brenn„materials nicht weiter ausgesetzt wird."

„Solche Oefen sind zuerst in Staffordshire errich-

Digitized by Google

„tet und dort wegen Ersparung an Brennmaterial und „Verminderung des Roheisenverlustes durch Verschlack-„ung, allgemein eingeführt worden."

An einer anderen Stelle (III. Bd. S. 361) wird der genannten Construktion eine allgemeine Anwendbarkeit zugeschrieben, „indess ist ein höchst feuerbe-„ständiges Material für die Gewölbe und eine grosse „Sorgfalt bei deren Aufstellung durchaus erforder-„lich. Diese Flammöfen würden diejenigen mit ein-„fachen Gewölben wahrscheinlich auch längst schon „verdrängt haben, wenn nicht das Gewölbe ein ausser-„ordentlich feuerbeständiges Material erforderte und den-„noch stärker und schneller angegriffen würde, als das „ungleich wohlfeiler darzustellende einfache Gewölbe."

Aus dem Vergleich der beiden Autoren Karsten und Guettier geht hervor, wie wenig gründlich die Beurtheilung der Flammöfen mit vertieftem Herd von Seiten des Letzteren ist und wie viel richtiger Karsten die Vorzüge und Nachtheile einer Construktion einander gegenüberstellt und abwägt.

§. 155. Flammöfen mit ungewöhnlicher Profilirung. Corbin'scher Ofen.

Mit der Betrachtung einiger ungewöhnlichen Profile und besonderer Anwendungen beschliessen wir die Reihe von Beispielen der Flammofenconstruktion und begegnen zunächst dem parabolischen Flammofen von Corbin Desboissières, dessen Darstellung die Taf. XV. ausschliesslich gewidmet ist.

In Fig. 1 ist eine Ansicht des Apparates, in Fig. 2 ein Längendurchschnitt desselben dargestellt, während Fig. 3 der Grundriss und die Fig. 4 u. 5 Querdurchschnitte durch den Sumpf und die beiden Füchse des Ofens wiedergeben.

Der Ofen ist auf die Anwendung des Unterwindes basirt und hat einen verschlossenen Aschenfall, in welchen von der Seite her die Windleitung einmündet. Die Feuerung ist ebenfalls verschlossen und auf der Stirnseite des Ofens angebracht, wo sich eine breite Kammer an den Rost anschliesst, um das frischaufgegebene Brennmaterial erst abschmauchen zu lassen.

Digitized by Google

Die Zustellung ist eine eigenthümliche, indem der Ofen aus zwei von einander constructiv wie räumlich getrennten Gewölben besteht und auch im Profil dieser Gewölbe von den bisher erwähnten Apparaten bedeutend abweicht.

Das erste Gewölbe erhebt sich ungemein hoch und ist nach einer (in der Zeichnung schwer verständlichen) Parabel gekrümmt, deren Achse jedenfalls das Mittel des Sumpfes in der Stichhöhe schneiden muss, wenn die Wärmeconcentration im Sumpfe durch die Gewölbform gesteigert werden soll.*)

Das zweite Gewölbe, zum Vorwärmen bestimmt, ist im Ganzen weniger geräumig als das erste, zeigt aber dieselben Verhältnisse; es hängt mit dem Letzteren durch zwei Füchse zusammen und dieselbe Verbindung hat es auch mit dem Essenhauptkanal, der unterirdisch fortläuft.

Der Ofen hat einen rektangulären Querschnitt und einfache Formen; die Armatur ist dagegen complicirt und bereits Gegenstand der Besprechung in dem allgemeineren Theil dieses Kapitels gewesen. Die Gewölb-Gurten und Anfänge sind mit Röhrenträgern verstrebt, welche gleichzeitig kühlen und absteifen. Die Winkel und Vertiefungen zwischen den Einknickungen des Futtergewölbes sind mit einer starken Lage feuerfesten Materials angefüllt, um die Ausstrahlung etwas zu vermindern. Ueber den Werth dieser Art Zustellung ist Nichts zu sagen, indem zu wenig praktische Resultate vorliegen und dazu noch die erforderliche Betriebsweise von der gewöhnlichen dadurch abweicht, dass der Ofen stets glühend besetzt werden muss.

§. 156. Flammöfen von Wöhlert und in Cöln.

Eine weniger complicirte Form bietet der vielfach

*) Die ungefähren Parabelachsen sind in der Fig. 1 durch die Linien *A B — C D* für beide Gewölbhälften angedeutet worden.

Digitized by Google

abgebildete Flammofen der Eisengiesserei und Maschinenwerkstatt von F. Wöhlert in Berlin, der, zunächst durch eine Aufnahme unter den Zeichnungen der Hütte bekannt, sowohl von Wiebe (a. a. O. Taf. XXI., Fig. 2 *a b c*) als auch von Br. Kerl (Bd. III. Taf. IX., Fig. 116, 117) wiederholt worden ist. Es kann hier um so mehr auf diese Quellen verwiesen werden, als sich die Zustellung dieses Ofens durchaus nicht bewährt und in der That eine vollkommen fehlerhafte ist.

Einige Zahlen werden dieses beweisen. Bei gleicher Breite des Ofenherdes bis an die hintere Schwelle der schiefen Schmelzfläche desselben beträgt die lichte Weite über der Feuerbrücke 16 Z., die Weite über dem Stich 36 Z., die engste Stelle am Sumpfe 27 Z. und die Weite im Mittel der Einsatzthür 33 Z., bei einer Rostgrösse von 3 F. Länge und 4 F. 3 Z. Breite, einem Abstand der Rostfläche von der Feuerbrückenfläche von 24 Z. und einer Herdlänge von 9 F. 4 Z. (von der Feuerbrückenkante bis in das Mittel der Einsatzthür). Von dieser Zone bis zur inneren Seite des abwärts führenden 13 Z. langen und 36 Z. breiten Fuchses beträgt die Entfernung abermals 6 F., so dass eine Totallänge des Ofens von 15 F. 4 Z. vorliegt, welche in keinem Verhältniss zur Grösse des Rostes steht, wenn lichte Höhen von 24—36 Z. hinter der Feuerbrücke vorkommen. Wiebe sagt selbst (a. a. O. I. S. 515): „Der Ofen weicht von der sonst für das „Umschmelzen von Roheisen üblichen Form wesentlich „ab. . . . . Nach den über die Verhältnisse des Ofens „vorliegenden Angaben ist die totale Rostfläche „12 3/4 Quadratfuss gross, enthält 27 Roststäbe mit „7/16 Z. Zwischenraum, wodurch die freie Oeffnung „der Rostfläche nur 3 1/2 Quadratfuss gross wird „oder nur etwa 1/4 von der totalen Rostfläche beträgt.

„Der Querschnitt der Oeffnung über der Feuer„brücke ist 5 2/3 Quadratfuss, also 1,7 mal so gross, als „die freie Oeffnung, und der Fuchs hat 3 1/4 Quadrat„fuss Querschnitt, ist also fast eben so gross, als die „freie Oeffnung der Rostfläche. Diese Verhältnisse

Digitized by Google

„differiren sehr bedeutend mit den im vorigen Para-
„graphen aufgestellten. . . . . Um 50 Ctr. Gusseisen zu
„schmelzen, braucht man $4^1/_2$ Stunden. Dies würde pro
„Stunde etwa 1200 Pfd. Eisen geben, so dass die Grösse
„der totalen Rostfläche, welche sich nach unsern An-
„gaben für diese Quantität Eisen auf 13 Quadratfuss
„berechnen würde, ungefähr stimmt, während die übri-
„gen Verhältnisse abweichen."

§. 157. Auf der Aktiengiesserei zu Bayenthal bei Cöln befinden sich zwei Flammöfen, welche fast genau ebenso construirt sind, wie der eben geschilderte Wöhlert'sche Ofen. Die Resultate derselben sind nicht bekannt, vorzugsweise benutzt werden indess nur die 4 Cupolöfen desselben Werks, aus denen auch die grössten Abstiche erfolgen.

Eine Aufnahme dieser Oefen findet sich unter den von der „Hütte" im Jahrgang 1868 herausgegebenen Details der ganzen Anlage auf Bl. 1 b ausführlich dargestellt und zeigt nur geringe Abweichung von den Maassen des Flammofens bei Wöhlert.

Der Rost, 3 F. lang und $4^1/_2$ F. breit, hat also $13^1/_2$ Quadratfuss Gesammtfläche, von denen der Zeichnung nach nur ca. $4^1/_2$ Quadratfuss als freie Rostfläche gerechnet werden können. Der Rost liegt ebenfalls 2 F. unter der 12 Z. langen und $4^1/_2$ F. breiten Feuerbrückenfläche, wie bei dem Wöhlert'schen Ofen, also etwas zu tief, um eine genügende Flammenbildung zu veranlassen.

Der Querschnitt über der Feuerbrücke beträgt ca. 5 Quadratfuss, ist also ebenfalls, wenn auch nur wenig, grösser als die freie Rostfläche; der Querschnitt des Fuchses beträgt bei einer Länge von 15 Z. und einer Breite von 3—$3^3/_4$ Quadratf., ist also auch im Vergleich zur freien Rostfläche viel zu gross.

Alle diese Beziehungen, zu denen sich noch die geringe Einsenkung des Gewölbes über dem Sumpf und seine überflüssige Erhöhung im Mittel der Einsatzthüren gesellt, sind die Merkmale schlechter Construktion. Die Weiten, d. h. die Höhen des Gewölbes, betragen: über dem Stich 33 Z., an der engsten Stelle

Digitized by Google

des Gewölbeknickes (nicht vertical gemessen) 26 Z. und im Mittel der Einsatzthüren 32 Z.; die Herdlänge einschliesslich der Feuerbrücke misst 15 F. 8 Z., wovon 1 F. auf die Feuerbrücke selbst, $6^1/_2$ F. auf den Sumpf und 8 F. auf den übrigen Theil, einschliesslich der 20 Z. grossen hinten abgerundeten Fuchsbrücke, kommen.

Armatur und Zustellung sind gut eingerichtet, sogar etwas luxuriös, wie noch manches Andere in dieser ausgezeichneten Anstalt.

Noch ist zu bemerken, dass, da die beiden Oefen mit den Fuchsenden zusammenstossen, ihre Langseiten also dem Arbeitsraum zuwenden, auf der Innenseite sich nur eine Einsatzthür und der Stich, auf der Aussenseite aber sich das Schürloch, eine der ersten correspondirende Einsatzthür und eine kleine Fuchsthür befinden.

Das Gewölbe des Ofens ist vollständig mit Masse eingedeckt, welche, durch die vier Umfassungsmauern eingeschlossen, eine wagrecht abgestrichene Oberfläche bildet.

§. 158. Amerikanische Flammöfen.

Derselben Ofenclasse angehörend, aber in anderer Weise von dem Grundprofil der Staffordshireöfen abweichend, verdienen schliesslich noch die Flammöfen der Kanonengiesserei zu Fort Pitt in den Ver. Staaten Nordamerika's einer Erwähnung. Sie zeichnen sich durch das Vorhandensein einer auf dem hinteren Theil des nach dem Fuchs zu ansteigenden Herdes errichteten, besonders hohen Schmelzkammer aus, welche die Gewölblinie kurz vor dem Eintritt in den Fuchs unterbricht.

Die Profilskizzen Fig. 1 der Taf. XVI. verdanken wir derselben Quelle, welcher die Skizze des Flammofens von Westpoint auf Taf. XIII. entlehnt wurde, nämlich den Rodman'schen Reports, welche 1861 gesammelt zu Boston erschienen.

Dieselbe bildet die Taf. II. des Reports X. S. 57, ist aber leider ebenso wenig von einem Grundriss begleitet, wie die fast identische Profilzeichnung eines anderen Ofens von Fort Pitt auf der Taf. I. des Re-

Digitized by Google

ports I. derselben Sammlung. Es ist indess anzunehmen, dass sie nur 4 Fuss Breite oder wenig mehr besitzen, weil 3 dieser Oefen bequem 500 Ctr. Eisen fassen können und die Fläche des Eisenbades höchstens 48 □F., die Tiefe desselben am Stich 15 Z., im Mittel also höchstens 8 Z. beträgt.

Der Grundriss ist einfach rechtwinklig und nach dem Fuchs zu nicht zusammengezogen.

Den grössten Ofen dieser Art hat Mallet nach neueren amerikanischen Berichten im Pract. Mechanic. Journal III. Serie, Vol. 2, S. 294, abgebildet; die Skizze desselben in einem Maassstab von 2 Metern = $^7/_8$ Z. engl. Maass ist in den Fig. 2 u. 3 der Taf. XVI. wiedergegeben worden.

Die Erbauung eines solchen Ofens wurde durch die Herstellung der 15zölligen Kanonen nach dem Rodman'schen System (Columbiads) veranlasst und es ist derselbe im Stande 16 Tons Roheisen, also 320 Ctr. aufzunehmen.

Er weicht natürlich in seinen Verhältnissen von der Construktion des oben erwähnten kleineren Ofens ab und ist sowohl breiter als absolut kürzer.

Die Rostfläche beträgt 1,84 Quadratmeter im Ganzen, wovon die kleinere Hälfte als wirksam angesehen werden kann, da nähere Angaben fehlen; die Herdfläche beträgt in horizontaler Projektion 5,76 Quadratmeter und verhält sich zur Gesammt-Rostfläche, wie 3,13 : 1. Der Querschnitt über der Feuerbrücke, welche 0,5 Meter unter dem Gewölbe und 0,5 Meter über dem Rost liegen dürfte, beträgt 0,8 Quadratmeter, also nicht viel weniger als die wirksame Rostfläche. Der Fuchsquerschnitt zeigt 0,36 Meter und verhält sich zur Gesammtrostfläche wie 1 : 5,14, zur wirksamen Rostfläche dagegen nicht ganz wie 1 : 2,5. Der Fuchs führt seitlich zunächst wagrecht, dann ansteigend fort und geht schliesslich in einen kreisrunden Essenschacht von 80 Fuss Höhe über.

Auch dieser Ofen besitzt eine Schmelzkammer von bedeutender räumlicher Ausdehnung, in welcher der Fuchsöffnung gegenüber die Einsatzthür sich befindet.

Digitized by Google

Ueber die Lage der anderen Oeffnung giebt die Skizze keine deutliche Auskunft, weswegen lediglich aus Zweckmässigkeitsgründen die Schüröffnung auf dieselbe Seite wie die Einsatzthür, der Stich aber auf der entgegengesetzten Seite angebracht wurde.

§. 159. Flammöfen zur Einschmelzung des Bessemermaterials.

Wegen ihrer Leistungsfähigkeit bieten die zum Einschmelzen der Bessemerchargen benutzten Apparate noch einiges Interesse, um somehr, als sie die einzigen Flammöfen sind, welche continuirlich arbeiten, d. h. durchweg in glühendem Zustand besetzt werden, und als sie die Schmelzung am Normalsten ausführen müssen.

Eine Veränderung des Einsatzes ist hier in Rücksicht auf den Zweck möglichst zu vermeiden, und man hat deswegen von vorn herein den Staffordshireofen als die geeignetste Ofengestalt gewählt.

Auf Taf. XVI. sind die beiden in Königshütte (Ober-Schlesien) angewandten Zustellungen dargestellt, von denen die grössere Fig. 4 u. 5 zum Schmelzen des grauen Roheisens, die kleinere Fig. 6 u. 7, zum Flüssigmachen des Spiegeleisens dient.*)

Da die Flammöfen hinreichend hoch liegen, um dem abgestochenen Eisen den nothwendigen Fall zu geben, so ist der tiefste Punkt des Herdes bei den grossen Oefen nur etwa 4 Z., bei den kleineren 9 Z. über der Oberfläche des Fundaments gelegen.

Bemerkenswerth ist die Einwölbung des Gewölbwinkels bei grösseren Oefen, zu welchem Behuf eine besondere Sorte hohler Steine angefertigt sind, deren auf einanderfallenden Oeffnungen einen cylindrischen Kanal zur Abkühlung dieser der Hitze am meisten ausgesetzten Stelle bilden.

Der kleinere Ofen, zu 4—6 Ctr. Einsatz bestimmt, ist kein eigentlicher Staffordshireofen, sondern hat nur einen Sumpf dicht an der Feuerbrücke; das Gewölbe

*) Vergl. Hasenöhrl, das Bessemern in Königshütte. Preuss. Zeitschrift, Bd. XVI. S. 209, mit Abb. auf Taf. IX. u. X.

Digitized by Google

überspannt aber in gleichmässigen Bogen und ohne jeden Knick den Feuer- und Schmelzraum.

Die elliptische Herdform des grösseren Ofens hat keine besonderen Folgen für den Betrieb; sie wirkt aber nicht so schädlich, wie bei den Oefen mit gestrecktem Herd, weil die Einbiegung des Gewölbes mit der grössten Breite zusammentrifft und die Veränderung der Ofendimensionen von der Feuerbrücke an der Flamme zwar eine andere Gestalt, aber keinerlei Zunahme an Volumen geben.

Die Armatur der beiden Oefen ist einfach und sehr empfehlenswerth; einfache gusseiserne Platten setzen die Mäntel zusammen und werden durch Ankerstäbe von alten Eisenbahnschienen mit angeschweissten Scheiben festgehalten. Rundeisenstäbe mit Splintverkeilung bilden die Verbindung der Ankerstäbe an den Köpfen, während die Füsse jedenfalls im Fundament fest eingelassen sind.

Die Bessemerwerke wenden ausser diesen einfachen Oefen auch noch zusammengesetztere an, welche zwei Sümpfe haben, von welchen der grössere, nach dem Roste zu liegende, das graue, der dem Fuchs am Nächsten sich befindende das Spiegeleisen enthält. Ein solcher Ofen arbeitet z. B. in der Bessemerhütte von Pönsgen, Giesbers u. Comp. zu Oberbilk, neben einigen einfachen Flammöfen und einem erst neuerdings errichteten Ireland'schen Cupolofen. (S. o. S. 404.)

Schlussbetrachtung über den Ofenbetrieb im Allgemeinen.

§. 160. Die vorliegende ausführliche Besprechung der für den Eisengiessereibetrieb gebräuchlichen Ofensorten ergiebt den durchschnittlichen Vorzug der Cupolöfen vor allen übrigen. Jede Giesserei vom kleinsten Umfang arbeitet mit Schachtöfen, sobald ihre Gussstücke mehr als 50—75 Pfd. wiegen und es existiren selbst Fälle, wo Oefen für Stücke von 20 bis 30 Pfd. Maximalgewicht den Tiegelöfen vorgezogen worden sind.

Der Flammofen wird dagegen weit seltener an-

Digitized by Google

gewandt und fast nur in der unmittelbaren Nähe der Produktionsorte des Brennmaterials concurrirt er mit dem Schachtofen; da, wo bereits Transportkosten den Brennstoff belasten, zieht man die Anwendung der Schachtöfen vor, und hat es auch verstanden, ihrem Betrieb eine solche Elasticität zu geben, dass alle Aufgaben der Giesserei bequem gelöst werden können.

Nur für bestimmte Zwecke, z. B. das Niederschmelzen grosser Stücke, die Darstellung eines möglichst homogenen und durchgearbeiteten Eisens, aus Sorten von verschiedenen Eigenschaften legirt, kann man den Flammofen nicht entbehren; in diesen einzelnen Fällen rechtfertigt sich auch der geringe Mehraufwand an Brennstoff.

Für den fortlaufenden Betrieb einer Giesserei dagegen ist es nicht möglich, sich der Flammöfen zu bedienen, weil ein solcher Ofen nur in bestimmten grösseren Zeitabschnitten flüssiges Roheisen liefern kann.

Die Wandlungen der Ofenformen im Laufe der Zeit sind sowohl bei den Cupolöfen als auch bei den Flammöfen sehr bedeutende gewesen; indessen zeigt sich bei den ersterwähnten Apparaten doch eine allmähliche Durchbildung der Form, indem die neueren verbesserten Construktionen alle eine zusammengezogene Schmelzzone besitzen.

Die Flammöfen der Jetztzeit ordnen sich dagegen noch nicht einem Grundprofil unter, sondern gruppiren sich nach zwei verschiedenen von zweierlei Arbeitsmethoden ausgehenden Gewölb- und Herdconstruktionen, die, vorläufig wenigstens, noch gleichberechtigt neben einander stehen, insofern in technischer Beziehung einerseits kein besonderer Vorzug, andrerseits kein besonderer Nachtheil herrscht. In ökonomischer Beziehung lässt sich noch eher ein merklicher Unterschied zwischen den beiden Formen bemerken, auf den bei der Besprechung des Arbeitsverfahrens selbst näher eingegangen werden soll.

Digitized by Google

2) Von den Gebläsen, welche beim Betrieb der Giessereien zur Anwendung kommen.

Einleitendes. Unterschiede. Cylindergebläse und Ventilatoren. Vorzüge und Nachtheile. Wahl.

§. 161. Es kann nicht unsere Absicht sein, eine detaillirte Zusammenstellung der sämmtlichen Gebläse hier vorzuführen, wie dieselbe von grösseren metallurgischen Schriften gewöhnlich gegeben wird, sondern es handelt sich hier um die Besprechung der Apparate, die für eine ganz begrenzte Aufgabe, wie das Umschmelzen des Roheisens ist, sich am besten eignen.

Es müssen dabei auch selbstverständlich die Fälle in Abrechnung kommen, wo die Giesserei einen Annex eines grösseren, mit starken Gebläsevorrichtungen bereits versehenen Werkes bildet, und naturgemäss diese Vorrichtungen benutzen wird.

Vielmehr ist es unsere Aufgabe, für eine vollkommen isolirt dastehende Werkstätte diejenigen Gebläsevorrichtungen zu bezeichnen, welche bei der Wahl der zu erbauenden Maschine in Berücksichtigung kommen.

Ebenso wenig wie in irgend einem anderen Abschnitt dieses Buches von theoretischen Betrachtungen ausgehend, ist es vielmehr geboten, an die praktischen Fälle uns anzuschliessen, und erst das Resultat dieser objektiven Betrachtungsweise wird zu theoretischen Folgerungen Veranlassung geben können.

Es herrscht auf dem betretenen Gebiet durchaus noch nicht die wünschenswerthe Uebereinstimmung unter den praktischen Ingenieuren; es giebt namentlich Viele, die einfach nachahmen, ohne zu untersuchen, ob auch die Vorbedingungen des zu construirenden Falles denen des Nachgeahmten entsprechen oder nicht. Die Vorliebe für einen irgendwo vortrefflich fungirenden Apparat dient als technisches Bewusstsein und hindert an klarer Ueberlegung und scharfer Berechnung aller Vor- und Nachtheile.

Es lässt sich allerdings nicht verkennen, dass das

Digitized by Google

Verhältniss des Windstroms sowohl nach Quantität als nach Spannung zu der Beschaffenheit der Kohlen, noch wenig ergründet ist und dass, namentlich für den Eisengiessereibetrieb, eine sorgfältige Erwägung aller hierher gehörenden Beziehungen selten wichtig genug erschienen ist, um ernsthaft erörtert zu werden.

Es soll hier versucht werden, nicht ohne mannigfach der Substanz des folgenden Bandes vorgreifen zu müssen, ein möglichst getreues Bild der einschlägigen Verhältnisse zu geben; der leitende Gedanke bei der Gruppirung der vielen Vorrichtungen ist wie bisher das Construktionsprinzip und die formellen Abweichungen desselben in zweiter Linie.

§. 162. Man unterscheidet bei dem Giessereibetrieb hauptsächlich zwei Arten von Gebläsen:

die Cylindergebläse oder Compressionsgebläse,
die Ventilatoren oder Centrifugalgebläse.

Beide Arten von Maschinen werden bei der Anlage von Giessereien gebraucht und beide haben sowohl Vorzüge als Nachtheile, je nachdem die Anwendung derselben auf richtige Voraussetzungen gegründet ist oder nicht.

Die Frage des Vorzugs der einen oder anderen Klasse ist nicht, wie so oft geschehen, **absolut** zu behandeln, sondern in direkter Beziehung zu den Betriebsgrundlagen; zunächst dürfte hierbei die Beschaffenheit des Brennstoffes berücksichtigt werden müssen, namentlich das **Verhältniss der Masse desselben zu seiner Oberfläche**, wobei eine mittlere Grösse der Stücke festzuhalten ist.

Eine Reihe einfacher Betrachtungen wird dieses am Besten beweisen. Vergleicht man einen leichten mit Zwickauer Cokes betriebenen Cupolofen von mittlerer Weite, also 30 Z., mit einem Berliner Cupolofen, der nur die besten englischen Cokes verarbeitet, und nimmt man an, dass die Gewichte der beiden Brennmaterialsorten sich wie 1 und 2 zu einander verhalten, so ergeben sich folgende Momente:

Digitized by Google

1) Unter gleichen Verbrennungsumständen d. h. einer gleichen Luftzufuhr und Spannung derselben innerhalb der Schmelzsäule, verbrennt dieselbe Menge Kohlenstoff in beiden Cokessorten.

2) Die erzeugte Wärme vertheilt sich bei den leichten Cokes auf einen doppelt so grossen Raum als bei den schweren und der Totaleffekt, d. h. die Erhitzung der erzeugten Gase und die hierdurch bewirkte Erhitzung des Ofeninnern ist bei den leichten Cokes nur halb so stark, als bei den schweren.

3) Um denselben Effekt hervorzubringen, muss von den leichten Cokes eine doppelt so grosse Menge, dem Volum nach, in derselben Zeit und in demselben Ofen durchgesetzt werden, als es bei der Anwendung der schweren Cokes nothwendig ist.

4) Dieses Verhältniss zieht auch eine Vergrösserung der Oberfläche des in derselben Zeit aufzugebenden Brennstoffquantums nach sich und eine Steigerung der Pressung, da in Folge der Schinz'schen Versuche die längst gehegten Vermuthungen der Praxis als gegründet sich herausstellen, dass ein constantes Verhältniss zwischen Brennstoffoberfläche „Contaktfläche", und Geschwindigkeit der hinzutretenden Verbrennungsluft existirt.

5) Die nothwendige Pressung des Windes wächst zwar nicht genau so, wie das Volumen der durchzusetzenden Brennstoffe (auf ein Gewichtsquantum bezogen); denn sowohl die Schichtenhöhe als auch einige andere Faktoren beeinflussen das Verhältniss. Für die praktischen Ziele dieser Betrachtung dürfte indess die Annahme genügen, dass, im Allgemeinen, die Windpressung dem specif. Gewicht der Brennstoffe umgekehrt proportional sein müsse.

§. 163. Abgesehen von der Qualität der zu erzielenden Produkte entscheidet sich der Giessereitechniker bei der Wahl eines zweckmässigen Gebläses stets am Sichersten, wenn er die Qualität d. h. die Leistungsfähigkeit seiner Brennstoffe zu Grunde legt, resp. berücksichtigt.

Digitized by Google

Bei der Verarbeitung leichter Brennstoffe wird zur Erzeugung einer hinreichend hohen Schmelzhitze eine möglichst starke Pressung angewandt werden müssen; es ergiebt sich also die Anlage eines Cylindergebläses als unumgänglich nothwendig, wogegen bei grösserer Schwere und Dichtheit der Cokes ein gewöhnlicher Ventilator genügt.

Die Leistungsfähigkeit der beiden maschinellen Vorrichtungen ist, wie oben angedeutet wurde, verschieden. Die Ventilatoren, obschon in neuerer Zeit vielfach für den Hochdruck angewandt, liefern vorherrschend schwach gepressten Wind in ausreichender Menge, während die Cylindergebläse, bei gleicher Menge, der Luft eine weit stärkere Pressung mittheilen.

Die Ursache dieser gegenseitigen Beschränkung ist eine dynamische und beruht auf der construktiven Eigenthümlichkeit der beiden Apparate. Im Cylindergebläse ist das Verhältniss des Volumens zur Pressung ein fast constantes, während es bei dem Ventilator viel variabler ist.

Zu diesen Unterschieden wissenschaftlich-technischer Natur kommt schliesslich noch die ökonomische Rücksicht, d. h. die Berechnung des Verhältnisses zwischen den Anlage- und Unterhaltungskosten beider Arten von Apparaten.

Diese sämmtlichen Beziehungen machen es sehr schwierig, eine Wahl zu treffen, welche allseitig und dauernd gerechtfertigt bleibt und diese Vorbemerkungen schliesse ich deshalb am Besten mit der nochmaligen Versicherung, dass der rechte Weg zur Vervollkommnung der Giessereitechnik vor Allem in der Wahl des besten Materials zum Betrieb selbst liegt, und dass gute, wenn auch scheinbar theuere Cokes in ihrem Arbeitswerth doch billiger zu stehen kommen können, als schlechtere Brennstoffe, welche die Anlage- und Unterhaltungskosten eines complicirten Gebläses involviren. Es bieten sich in der Praxis ausreichende Beispiele für die Wahrheit meiner Behauptung dar, auf

Digitized by Google

die besonders aufmerksam zu machen, ich nicht unterlassen werde.

aa) Von den Cylindergebläsen.)

§. 164. Die Cylindergebläse, welche als die letzte vollendetste Form der sogenannten Kolbengebläse anzusehen sind, können nach Art des Motors in 2 Abtheilungen gebracht werden, je nachdem sie durch

Wasser, oder durch

Dampf betrieben sind.

Beide Abtheilungen waren in der Praxis noch vor 10 Jahren ziemlich gleich vertreten und die Wahl, resp. Anwendung des einen oder des anderen Motors hing lediglich von der ökonomischen Zweckmässigkeit desselben ab.

Hütten, die hauptsächlich mit vegetabilischem Brennmaterial arbeiten, bedienen sich noch jetzt in der Regel des Wassers als Betriebskraft ihrer Hülfsmaschinen, während der Gebrauch des Dampfes da am angemessensten erscheint, wo die Nähe, resp. leichte Zufuhr von mineralischen Brennstoffen, seien es nun Steinkohlen, Anthracite, Braunkohlen, stellenweise sogar Torf, deren ausgedehnte Verwendung gestatten.

Eine direkte Folge dieses Verhältnisses bei hydraulischen und Dampfgebläsen ist, dass die grössten und kräftigsten Gebläse fast stets durch Dampf getrieben werden, während die hydraulischen Motoren nur bei kleineren und schwächeren Gebläsen und unter den genannten ökonomischen Verhältnissen häufig vorzukommen pflegen.

Es mag nicht selten der Fall eintreten, dass beide Motoren anwendbar sind; alsdann pflegt man wohl stets dem Dampfe den Vorzug zu geben, falls nicht schon zu anderen Zwecken Wasserbauten vorhanden sind und eine billige und prompte Herstellung eines

*) Vergl. über Cylindergebläse die einschlägigen Werke von Karsten, Kerl, Wedding; namentlich des letztgenannten Verfassers deutsche Bearbeitung der Percy'schen Eisenhüttenkunde (2. Abtheilung, S. 40—69) enthält genaue und gründliche Studien über Gebläse und Windführung.

Digitized by Google

hydraulischen Motors gestatten. Bei neuen Anlagen giebt man, wie bei allen Hülfsmaschinen, so auch bei den Gebläsen, der Dampfkraft den Vorzug, weil sie selten theurer, wohl aber oftmals bedeutend billiger zu stehen kommt, dabei einen regelmässigen und anhaltenderen Betrieb gestattet als die Wasserkraft, die unter Umständen durch atmosphärische und klimatische Einflüsse dergestalt beeinflusst werden kann, dass man gezwungen ist, den Betrieb danach einzurichten.

Man wird also selbst in Hüttenwirthschaften, die wie Giessereien keines besonderen starken Gebläses bedürfen, immer besser thun, gestatten es die Umstände, Dampfmaschinen anzuwenden, um so eher, als sich dadurch ein Mittel bietet, die Ueberhitze der diversen Oefen auf die zweckmässigste Weise auszunutzen. Man kann überall sehen, dass bei grossen Gebläsen fast immer ein Theil der Dampferzeugung auf diesem ökonomisch vortheilhaften Wege erfolgt. In neuerer Zeit tritt man allerdings dieser Anwendung der Ueberhitze da und dort entgegen und legt den Schwerpunkt mehr in die zweckmässige Construktion der Oefen selbst, die keine heissen Produkte geben sollen.

Eine andere Eintheilung der Cylindergebläse lässt sich auf construktive Verschiedenheiten gründen, die theils in der Gesammtdisposition, theils in den Details der Maschine beruhen.

Ehe wir darauf eingehen können, liegt uns ob, die namhaften Theile des Cylindergebläses vorzuführen, und zu betrachten, in welchem Causalzusammenhange ihre Funktionen stehen.

§. 165. Das Cylindergebläse, in seiner einfachsten Form, besteht aus der Kraftmaschine und der Arbeitsmaschine, aus Motor und Werkzeug.

Die dynamische Verbindung beider ist entweder unmittelbar oder mittelbar; ersteres im strengsten Sinne nur da, wo die Bewegung in den beiden Theilen eine absolut gleiche, denselben Weg beschreibende, ist; mittelbar im weitesten Sinne in jedem anderen Falle.

Digitized by Google

Danach schon kann man die Gebläse eintheilen in direkt wirkende und nicht direkt wirkende.

Alle hydraulischen Gebläse gehören aus leicht nachweisbaren Gründen in die letzte Kategorie, da der Motor derselben eine rotirende, das Werkzeug dagegen eine geradlinige Bewegung hat, und man trifft deshalb die direkt wirkenden Gebläse nur in der Abtheilung der Dampfgebläsemaschinen.

Das Werkzeug des Gebläses ist ein in einem Cylinder luftdicht sich bewegender Kolben, der beständig Luft in den Cylinder saugt und comprimirt wieder hinausstösst.

Ein Reservoir, dessen Capacität in einem gewissen Verhältniss, welches unten näher angedeutet werden soll, zum Luftconsum, rep. zur Leistung des Motors steht, sammelt die aus dem Cylinder entweichende comprimirte Luft und erzeugt so einen gleichmässigen Luftstrom nach dem Apparat hin, der gespeist werden soll.

Die Anwendung eines gleichmässigen Windes ist in den meisten Fällen gebieterisches Bedürfniss, und das Reservoir daher ein unerlässlicher Theil des Werkzeuges an jedem Gebläse.

Diese Reservoire, die man auch Regulatoren nennt, weil sie den Windstrom gleichsam reguliren, theilen sich in solche mit veränderlichem und in solche mit unveränderlichem Volumen.

Man kann die ersten am besten mit den Gasometern vergleichen; wenn auch die Spannung ihres Inhalts eine wesentlich andere, höhere ist, als bei den genannten Apparaten, so ist beiden doch die eine Eigenschaft gemeinsam, nämlich: einen Luftstrom von immerwährend gleicher Dichtigkeit, trotz aller möglichen Schwankungen im Gange der Maschine selbst, hervorzubringen.

Der veränderliche Theil des Regulators ist entweder ein belasteter, auf das zuströmende Luftquantum drückender und in einem oben offenen Cylinder gleitender Kolben, oder ein Wasserniveau, welches das Reservoir von unten schliesst.

Die Regulatoren mit unveränderlichem Volumen

Digitized by Google

sind Kugeln oder Cylinder, in denen sich die vom Blasecylinder ausgeströmte Luft sammelt, um von da mit gleichmässigem Drucke nach den Oefen, resp. Herden zu strömen.

Es darf nicht vergessen werden, dass in dem Fall der räumliche Inhalt der vom Gebläse zu den luftconsumirenden Apparaten führenden Windleitungen zu dem Inhalt des Blasecylinders in dem zur Regulirung des Windstromes geeigneten Verhältniss steht, wie dieses weiter unten zur Sprache gebracht werden soll, die Errichtung eines besonderen Regulators wegfallen kann; und es frägt sich, ob nicht eine weitere Windleitung auch vom ökonomischen Standpunkte aus, bei nicht zu grossen Windquantas erspriesslicher und vortheilhafter erscheint, als ein besonderer Regulator.

§. 166. Der Motor des Gebläses ist, wie schon erwähnt, entweder eine Dampfmaschine oder eine hydraulische Vorrichtung.

Die Erläuterung derselben als Kraftmaschine gehört in das Bereich der Maschinenlehre; wir wollen nur noch die Uebertragung der Bewegung von dem Motor, beziehungsweise der Kolbenstange der Maschine und der rotirenden Welle der Turbine oder des Wasserrades auf die Kolbenstange des Blasecylinders näher betrachten, weil sich auf den Modus der Transmission allein die Benennungen der Gebläsemaschinen verschiedener Bauarten begründen und stützen.

Betrachten wir, vom Blasecylinder ausgehend, zuerst denselben als fest- und aufrechtstehend, so kann die Transmission nach der Welle eines Wasserrades vermittelst eines Balanciers und einer Pleuelstange geschehen, wie Fig. 8 der Taf. XVI. es andeutet. In einigen Fällen steht der Cylinder über der Wasserradwelle und die Kolbenstange, zwischen senkrechten Leitungen gleitend, ist mit einer Pleuelstange an der Kurbel der Welle befestigt, wie es die Fig. 9 der Taf. XVI. andeutet.

Diese letztere Disposition gehört gewissermaassen schon in die Classe der direkt wirkenden Maschinen (obwohl eine Pleuelstange eingeschaltet ist), da die Be-

Digitized by Google

wegung des Kolbens analog der Kurbelbewegung geschieht.

Dieselbe Disposition giebt man dem Gebläse, wenn der Cylinder wagerecht ist; in dem Falle präsentirt sich dieselbe, wie die Fig. 10 auf Taf. XVI. erläutert.

Die Nachtheile dieser letzterwähnten Construktionen zu beseitigen und eine bedeutende Krafterspariss zu erzielen, glaubte man durch Einführung oscillirender Blasecylinder, wie man schon längst oscillirende Dampfmaschinen kannte; doch fand man sich einigermaassen in den Erwartungen getäuscht.

Bei dem langsamen Wechsel, den hydraulische Gebläse überhaupt haben, war die Reibung der Kolbenstange in den Stopfbüchsen des Cylinders dauernder und so viel wirksamer, dass sehr bald ein Undichtwerden derselben eintrat und um so unbequemer wirken musste, als das Auswechseln der Metallfutter in den Stopfbüchsen das Abschrauben des Deckels u. s. f. nöthig machte und zeitraubende Stillstände veranlasste.

Namentlich ist dieses da der Fall, wo die Räumlichkeit oder andere Verhältnisse eine nur geringe Entfernung des Cylinderschwingungspunktes von der Welle gestatten, folglich die Ablenkung der Kolbenstange bedeutender wird und die Last des gehobenen Cylinders stets auf die eine Seite der Stopfbüchse zurückfällt.

Es ist dieser Uebelstand u. A. bei dem Cylindergebläse von Dembiohammer in Oberschlesien beobachtet worden, dessen Croquis Taf. XVI., Fig. 11, gezeichnet erscheint.*)

Ein anderes oscillirendes Cylindergebläse, von Henschel in Cassel erbaut und von ähnlicher Disposition, durch eine Turbine mit ca. 30 F. Aufschlagewasser betrieben, versorgt die beiden Hochöfen zu Bieber im Spessart mit dem nothwendigen Wind und arbeitet ganz geräuschlos.

Bei hydraulischen Gebläsen, da sie alle mit Kur-

*) Vergl. die schöne Abbildung in Percy-Wedding's Eisenhüttenk., 2. Abth., Fig. 56—59, S. 59.

Digitized by Google

beln arbeiten, ist es gut, um den sogenannten todten Punkt zu überwinden, zwei und mehrere Cylinder an derselben Welle arbeiten zu lassen, indem ihre Kurbeln rechte Winkel mit einander machen.

Man findet aus diesem Grunde wohl niemals hydraulische Cylindergebläse mit nur einem Cylinder, sondern gewöhnliche Doppelcylindergebläse vor.

§. 167. Bei den Dampfmaschinengebläsen müssen zuerst die Balanciermaschinen unterschieden werden, die in der Regel mit Niederdruck und Condensation arbeiten. In älterer Zeit wurden sie, dem Watt'schen Schema der gewöhnlichen Niederdruckmaschine gemäss, mit einem Schwungrade versehen, dessen Pleuelstange zwischen Oscillationspunkt und Endzapfen auf der Lastseite des Balanciers aufgehängt war. Man hat diese Last späterhin abgeschafft, da bei dem langsamen Wechsel dergleichen grosser Niederdruckmaschinen die Massen des Schwungringes zu keiner förderlichen Wirkung kommen konnten. Bei den neuesten schneller laufenden Balanciermaschinen dagegen hat man ein Schwungrad wieder angebracht, doch in veränderter Weise, da, wie später erwähnt werden soll (vgl. §. 182), das Durchschlagen der Kolben dadurch verhindert wird.

Es sind noch jetzt in den älteren Hüttenwerken Niederdruckdampfmaschinen in Thätigkeit, von deren Grösse am besten die im Allgemeinen auf 50 bis 180 Pferde sich belaufende Arbeitsfähigkeit einige Andeutung giebt.

Ihre Bauart ist einfach. An dem einen Ende eines gleicharmigen Balanciers wirkt der Dampfkolben, am andern Ende hängt der Blasekolben, während die Pumpen des Condensators die hergebrachte Stelle einnehmen.

Da der Hub der beiden Kolben gleich ist und der Blasecylinder sehr gross sein muss, so gestalten sich die Dampfcylinder immer etwas länger, als es nach den Principien des Maschinenbaues für die Dampfpressung und die zu leistende Arbeit zulässig ist. Deshalb zum Theil musste bei diesen Dampfmaschinen die einfache Schiebersteuerung in eine complicirte Ventilsteuerung

Digitized by Google

umgewandelt werden, um den Dampf so rasch als möglich aus- und eintreten zu lassen. Die Steuerung der 2 Einlass- und der 2 Auslassventile, die in zwei oben und unten am Cylinder angeschraubten Dampfkasten sich bewegen, geschah durch eine am Balancier aufgehängte Stange, mit Holzdaumen versehen, welche, auf Hebel spielend, die Ventile zur geeigneten Zeit hoben und wieder fallen liessen. Um die Ventile unabhängig vom Dampfdrucke in jeder von dem Steuermechanismus bewirkten Stellung während der benöthigten Zeit zu erhalten, rückten bei dem Wechsel Sperrhebel und Quadranten ein, die durch Katarakte und Luftventile im geeigneten Zeitpunkt wieder ausgelöst, die Umstellung der Ventile durch die Daumen der Steuerstange gestatteten.

Die ersten derartigen Apparate waren sehr complicirt und nach und nach erst verwarf man die umständlichen Steuerungsconstruktionen und vereinfachte sie derart, dass sie nicht mehr mit sinnverwirrendem Geräusch und übersichtlicher arbeiteten. Um das Gesagte wahr zu finden, braucht man nur die in Walter de St. Ange u. Leblanc's Eisenhüttenkunde abgebildete Maschine, zum Betrieb eines Eisenwalzwerkes zu Abainville erbaut, zu betrachten und die daselbst durch Zeichnung und Text umständlich erläuterte Steuerung mit den neueren Construktionen, wie sie u. A. bei den 150-pferdigen Maschinen zu Königshütte in Anwendung gekommen sind, zu vergleichen.

§. 168. Es ist nicht zu verwundern, dass, bei dem Bestreben der neueren Industrie, das Compendiöse dem Umfangreichen bei gleichem Werthe und Leistung vorzuziehen, in der letztverflossenen Periode ungewöhnlichen Aufschwunges im Hüttenbetrieb man allgemein anfing, die Gebläsedampfmaschinen direkt wirkend zu bauen und den Balancier vollständig zu beseitigen.

In England wurden diese Maschinen zuerst unter dem Namen der Evans'schen Gebläse bekannt, jedoch bald auch in Preussen eingeführt und brauchbar befunden. Sie werden jetzt in den verschiedensten

Digitized by Google

Dimensionen von 25—250 Pferdekraft gebaut und zeichnen sich durch eine gefällige einfache Bauart und raschen präcisen Gang aus. Da sie meist mit Hochdruck, selten mit Niederdruck arbeiten, und somit keiner grossen Kolbenfläche bedürfen, so ist es vortheilhaft, bei diesen direkt wirkenden Hochdruckgebläsen kleinere Dimensionen, aber einen raschen Wechsel einzuführen, um in einer gegebenen Zeit eine gewisse Arbeit zu vollbringen.

Als eines Ueberganges zu den neuerdings eingeführten einfacheren Construktionen muss hier einer Disposition gedacht werden, bei welcher sowohl Dampf- als auch Blasecylinder oscilliren und vermittelst einer Kurbelwelle in Verbindung zu einander stehen. Denkt man sich die Welle der erwähnten oscillirenden Gebläse zu Dembiohammer oder Bieber durch eine Dampfmaschine umgetrieben, so erhellt sofort die ganze Disposition des oscillirenden Dampfmaschinengebläses.

Eine bekanntere Einrichtung der Art ist auf der dem Maschinenfabrikanten Egells zu Berlin gehörigen Eintrachtshütte bei Swientochlowitz im Kr. Beuthen im J. 1839 angelegt worden und arbeitet noch immer. An einen 26zölligen Dampfcylinder sind 3 Blasecylinder gekuppelt, deren Kurbellinien sich um 90° von einander abrücken.

Unter den direkt wirkenden Dampfmaschinengebläsen sind die mit Hochdruck arbeitenden die einfachsten, während bei den mit Niederdruck arbeitenden die nothwendigen Pumpensysteme eine etwas complicirtere Construktion der Bewegungsmechanismen bedingen.

Die Hochdruckgebläse mit direkter Wirkung können verschieden zusammengestellt werden. Eine Construktion, die insbesondere bei den stärkeren Gebläsen dieser Art anwendbar ist, besteht darin, dass zur Regulirung der Bewegung, zur Vermittelung der Steuerung u. s. f. ein Halbbalancier mit Gegengewicht mit der gemeinschaftlichen Kolbenstange verbunden ist und die Last derselben, sowie der beiden Kolben, ausgleicht.

Digitized by Google

Jedoch sind wegen Unzulässigkeit jeder Gradführung der Kolbenstange durch Parallelogramme die Gebläse auch in der Art verschieden, wie man den Balancier mit dem Kolbenstangenkopf in Verbindung bringt.

Die auf Taf. XVI., Fig. 12, gezeichnete Skizze giebt einen Begriff von einer Bauart direkt wirkender Gebläse, wie sie bei den älteren 150 Pferdekr. starken Maschinen für die 4 letzten Hohöfen der Königshütte zur Anwendung kam.*)

A ist der Blasecylinder, *B* der Dampfcylinder, *C* die vor dem letzteren zur Dampfvertheilung angebrachten Dampfkasten mit je einem Einlass- und Auslassventil. *D* ist der Contrebalancier, der am unteren Ende *a* der Kolbenstange *EE* mit einem Zapfen befestigt ist, und in *b* keinen festen Drehpunkt hat, sondern mit seinem Zapfen im Ende eines in einem festen Lager *c* labil oscillirenden kleinen Balanciers *F* ruht.

An dem dadurch gewissermaassen zum integrirenden Theil einer Art Gradführung gewordenen Balancier ist im Punkte *d* mittelst der Pleuelstange *G* die in festen Führungen *e* gleitende Steuerstange *H* befestigt, deren Daumen die Umstellung der Ventile durch Auslösung von Sperrhebeln und Katarakten bewirken.

§. 169. Eine andere Art direkt wirkender Dampfgebläsemaschinen, welche von den eben erläuterten nur in der Art und Weise differiren, wie der Balancier mit der Kolbenstange in Verbindung gebracht ist, befindet sich u. A. auf der Donnersmarkhütte bei Zabrze in Oberschlesien in Thätigkeit und ihre Kraft mag nach oberflächlicher Schätzung nicht viel hinter dem bei den Königshütter Maschinen bewirkten Effekt zurückstehen.

Die Kolbenstange trägt eine Art Kopf mit einer

*) Sie erwies sich bei den später gesteigerten Anforderungen durchaus unzweckmässig, da ein rascher Gang den Bruch der gusseisernen Balanciers zur Folge hatte, die bald darauf durch blechene ersetzt werden mussten, ohne das Uebel in seinem Kern zu beseitigen.

Digitized by Google

passenden Koulisse, in der das nach Art der Epicykloïden gearbeitete Ende des Balanciers eingreift, der zudem sehr lang und leichter gebaut ist als der erst-erwähnte. Die Skizze dieser Maschine würde sich sonach bis auf diese Abweichung in derselben Weise wie der vorher erläuterten darstellen.

Bei schwächeren bis zu 100 Pferden gehenden Gebläsen verbindet man die Kolbenstange mit einer Schwungradwelle durch ein Paar Pleuelstangen und regulirt durch 2 leichtere Schwungräder den Gang der Maschine, während man ausserdem an der drehenden Welle vermittelst Excentriks und nach Bedürfniss zwischen liegenden Hebelcombinationen die Steuerung in Bewegung setzt.

Eine Maschine der Art, die z. B. auf der Eintrachthütte neben der schon angeführten alten oscillirenden Maschine und auf der Redenhütte in Wirksamkeit ist, versinnlicht die Fig. 13, Taf. XVI.

Zwischen beiden Cylindern ist ein Querhaupt an der Kolbenstange befestigt, welches in Leitungen gleitend ausserhalb derselben an den Enden Zapfen trägt, um welche Pleuelstangen spielen. Die letzteren sind an einem Arme zweier symmetrisch zu beiden Seiten des Blasecylinders liegenden Schwungräder leichter Construktion wirksam, deren Welle, unter dem Blasecylinder durchgehend, Excentriks für Vertheilungs- und Expansionsschieber trägt. Die Zugstangen des Excentriks und der Schieber sind durch Winkelhebel mit einander verbunden, wie es die Skizze zeigt.

An diese Einrichtung schliesst sich die Construktion dergleichen Maschinen mit Niederdruck an, indem alsdann das Querhaupt auf beiden Seiten noch die Kolbenstangen der Pumpen trägt, die dann ausserhalb der Schwungräder zu stehen kommen. Eine dergleichen Maschine ist im Jahre 1859 von Freund u. Comp. für die Berliner Königl. Eisengiesserei geliefert worden und soll im Folgenden durch Beschreibung und Skizze ausführlich erläutert werden, da sie ein, wenn

Digitized by Google

auch nicht glückliches, doch seltenes Beispiel einer speciell für eine Giesserei erbauten Vorrichtung giebt.

§. 170. Ehe jedoch damit begonnen wird, ist noch der horizontal arbeitenden, direkt wirkenden Gebläsemaschinen zu gedenken, die vielfach, auch in sehr grossen Verhältnissen, angewandt sind. Fig. 14, Taf. XVI., zeigt die Disposition der beiden älteren Maschinen des Hörder Eisenwerkes, welcher die Maschinen von Steele, Dortmund, und den meisten Hüttenwerken des Siegerlandes entsprechen.

Eigenthümliche Einrichtungen zeigen die auf den mährisch-schlesischen Hüttenwerken nach dem Muster der Witkowitzer Maschinen erbauten horizontalen Gebläse, von denen ich nur dies eine bei dem Gräfl. Potocky'schen Hochofen in Sucha (Wadowicer Kreis) erwähnen will.

An den Enden eines zwischen beiden Cylindern angebrachten Querhauptes wirken 2 Pleuelstangen wie bei den stehenden Gebläsen, die eine vor dem Dampfcylinder liegende mit 2 Schwungrädern bewehrte Welle umdrehen; auf derselben sitzen die Excentriks der Steuerung; was jedoch hauptsächlich dieses Gebläse vor anderen charakterisirte, war die Einrichtung des Luftzutritts in den Blasecylinder.

Der Windkasten lag auf dessen unterer Seite und war mit den gewöhnlichen Klappen geschlossen, wie sie weiter unten bei dem zu beschreibenden Freund'schen Gebläse erwähnt werden sollen. Auf der oberen Seite befanden sich an jedem Ende des Cylinders in dessen Mantel eine 3fache Reihe Löcher von circa $^5/_8$ Z. Durchm. ausgebohrt, deren Abschluss durch die Maschine selbst in folgender Weise besorgt wurde. Ein abgeschmirgelter eiserner Ring von der erforderlichen Breite und durch Leitungen festgedrückt, glitt, an jedem Ende des Blasecylinders über die Oeffnungen hin und her und wurde vermittelst eines am Querhaupte der Kolbenstange befestigten Gestänges, das einen Daumen trug, über die Oeffnungen und von denselben weg gezogen.

Die Kolbenstange war zum Ueberfluss so einge-

Digitized by Google

richtet, dass sie von Zeit zu Zeit um ihre Achse gedreht werden konnte.

Die einseitige Abnutzung der Cylinderfläche und der Kolbenstopfbüchsen u. s. w. durch die horizontale Lage wurde durch die das Querhaupt führenden Leitungen fast unmöglich gemacht und auch die einseitige Oelung und Fettung der Cylinderwände durch sinnreiche Schmiervorrichtungen soviel als möglich gehoben.

Verhältnisse verschiedener Cylindergebläse.

§. 171. Um den Giessereitechniker über alle Verhältnisse eines Cylindergebläses zu orientiren und ihm ein Beispiel zu geben sowohl von der Schwierigkeit der Construktion, als auch von dem geringen Nutzen, den bei gutem Brennstoff ein Cylindergebläse für den Giessereibetrieb stiftet, gestatte ich mir, unter Benutzung eigener ausführlicher Aufnahmen und Berechnungen, die folgenden Daten über das 1858/59 neuerbaute Cylindergebläse der Kgl. Eisengiesserei zu Berlin mitzutheilen. Zur Erläuterung des einen Beispiels sind Vergleiche mit anderen, älteren, wie neueren Apparaten angestellt und namentlich Zusammenstellungen der hauptsächlichsten Proportionalverhältnisse gegeben worden, welche ein helles Licht auf die Unwissenschaftlichkeit der früheren Construktionen, resp. die Unklarheit der herrschenden Ansichten werfen.

Auf Grund der örtlichen Fabrikationsverhältnisse ist zunächst eine elementare Berechnung der Maschine angestellt und mit der wirklichen Ausführung verglichen; die sich hieraus ergebenden Differenzen erklären sich durch die darauf folgenden Erläuterungen.

Schliesslich wird die Maschine, soweit es das Werkzeug betrifft, beschrieben und endlich eine Berechnung der Verhältnisszahlen ausgeführt. Zu deren Verification sind Resultate eigener Aufnahmen sowohl, als gedruckte Mittheilungen mit denen der Berliner Maschine verglichen.

Dieses eine so durchgesprochene Beispiel gilt statt vieler, um so mehr, als sich die Cylindergebläse

Digitized by Google

nur wenig für selbstständige Giessereien eignen; aus dem einen Fall ergiebt sich das im Eingange des Capitels Gesagte als durchaus wahr und zweckmässig.

§. 172. Das direktwirkende neue Cylindergebläse der Königlichen Eisengiesserei zu Berlin hat die Aufgabe, die 3 Cupolöfen dieser Anstalt mit dem nöthigen Windquantum zu versorgen.

Obgleich bei den jetzt waltenden Umständen ein Cupolofen genügt, um den täglichen Eisenbedarf der Giesserei zu liefern, so verstand es sich bei der Anlage eines neuen Gebläses ganz von selbst, auch den Fall als möglich zu erachten, dass alle Oefen gleichzeitig in Betrieb gesetzt würden.

Es ist interessant, danach eine ungefähre Berechnung der Hauptdimensionen eines Gebläses anzustellen und zu untersuchen, in welcher Weise die constructive Praxis des Maschinenbaues von der abstrakten Berechnung abweicht.

Man rechnet bei dem Cokescupolofen nach Wiebe durchschnittlich 600 Cubikfuss Wind pro Minute. Für 3 Oefen würde die nothwendige Leistung der Gebläsemaschine demnach das 3fache, oder 1800 Cubikfuss betragen müssen; da ein Windverlust stets, theils am Gebläse, in der Windleitung und noch mehr an den Düsen selbst stattfindet und dieses unter den in dem speciell betrachteten Fall waltenden Lokalbedingungen mehr als sonst stattfindet, so wird es nicht ungerechtfertigt scheinen, wenn man das für 3 Oefen nothwendige Windquantum auf 2000 Cubikfuss pro Minute veranschlagt.

Der Inhalt des Blasecylinders, von dem bei der Berechnung ausgegangen werden muss, berechnet sich alsdann leicht, wenn man die Zahl der Maschinenwechsel in einer bestimmten Zeiteinheit, hier also pro Minute kennt.

Man kann annehmen, dass selten nur die Anzahl der in einer Minute vollendeten Kolbenhübe eines Gebläses über 30 geht, dass also die Maschine, um einmal auf- oder niederzugehen, 2 Sekunden gebraucht.

Dieses festgesetzt, ist klar, dass der Blasecylinder

Digitized by Google

30 Mal seines compressibeln Inhaltes entleert werden muss, um 2000 Cubikfuss Wind zu geben.

Danach berechnet sich der Inhalt des Blasecylinders auf 115,200 Cubikzoll.

Um nun den Durchmesser des Kolbens zu ermitteln, ist es nothwendig, festzustellen, in welchem Verhältniss Höhe und Durchmesser der Gebläsecylinder zu einander stehen.

Die Praxis lehrt, dass bei kleinen Gebläsen es zweckmässig ist, diese beiden Dimensionen gleichgross anzunehmen, weil den Resultaten der Maximal- und Minimalberechnung gemäss ein solcher Cylinder unter allen andern Cylindern gleichen Inhaltes die kleinste Oberfläche besitzt.

Bei grossen und starken Gebläsen verbietet sich die Anwendung eines solchen Maassverhältnisses von selbst durch die Schwierigkeiten, auf die man bei Anfertigung eines solchen Cylinders stossen würde.

§. 173. Nach der vorstehenden Annahme berechnet sich der Inhalt des Cylinders und daraus der Durchmesser folgendermaassen:

$J = \pi \rho^2 h$; ist die Formel für den Inhalt eines geraden Cylinders von der Höhe h und der Grundfläche $\pi \rho^2$.

Es ist indess anzumerken, dass h hier nicht als Totalhöhe des Cylinders, sondern nur als Höhe des compressibeln Raumes, als Hubhöhe anzusehen ist, welche, um die später zu ermittelnde Kolbenhöhe vermehrt, erst die rechte Cylinderhöhe giebt.

Nennt man $\delta = 2\rho$ den Durchmesser, der gleich h angenommen wird, so hat man

$$J = \pi \frac{\delta^2}{4} h = \pi \frac{\delta^3}{4} \text{ und daraus}$$

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{4J}{\pi}}.$$

Setzt man in die eben erhaltene Formel die obigen Zahlenwerthe ein, so erhält man

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY CALIFORNIA.

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 115200}{3{,}1415926}} = \sqrt[3]{146{,}677\ldots.}$$

$$= 52 \text{ Zoll pptr.}$$

Die Kolbenoberfläche beträgt demnach 2123,71 Quadratzoll.

Wenn man einen Druck von 3 Zoll Quecksilber oder ungefähr $1\frac{1}{2}$ Pfd. pro Quadratzoll im Regulator, beziehungsweise auch im Blasecylinder als gewöhnliches Resultat annimmt, so stellt sich bei 52 Zoll Hubhöhe und 15 Doppelwechseln pro Minute eine zu überwindende Arbeit für das Gebläse heraus, von

$$= \frac{2123{,}71 \cdot 1{,}5 \cdot 30 \cdot 52}{3300 \cdot 12} = \frac{2123{,}71 \cdot 6{,}45}{1100}$$

$$= \frac{13697{,}93}{110} = 12{,}45 \text{ Pferdekräften.}$$

Für Niederdruckmaschinen berechnet sich nach diesem Resultate ein Dampfcylinderdurchmesser von 50 Centimeter = $18\frac{3}{4}$ Zoll.

§. 174. Vergleicht man die gefundenen Resultate mit den vorhandenen Maassen der Maschine, so ergeben sich unbedeutende Differenzen, die sich leicht erklären lassen, wenn man namentlich das nothwendig einzuhaltende praktische Verhältniss zwischen Dampfcylinderhöhe und Durchmesser berücksichtigt und welches ohne Zweifel bei dem hiesigen Gebläse den Construkteur veranlasst hat, den Dampfcylinder und den Blasecylinder um Weniges zu erweitern und dagegen den Hub entsprechend zu vermindern. Es ist nämlich

die	berechnete Hubhöhe	52	Zoll,
„	construirte „	46	„
„	berechnete Blasecylinderweite	52	„
„	construirte „	54	„
„	berechnete Dampfcylinderweite	$18\frac{3}{4}$	„
„	construirte „	20	„

Die bedeutendste und gewichtigste Differenz zwischen Berechnung und Construktion findet sich immer bezüglich des Durchmessers des Dampfcylinders und ausserdem zwischen der herausgerechneten und

Digitized by Google

der zu 25 Pferden in Wirklichkeit angegebenen Betriebskraft, die gerade das Doppelte der laut vorstehender Berechnung für Lieferung von 2000 Cubikfuss Luft mit 3 Zoll Quecksilber Ueberdruck nothwendigen Betriebskraft ergiebt.

Es fällt diese Differenz um so mehr auf, als die in Wirklichkeit vorhandenen Dimensionen des Blasecylinders so wenig von den theoretisch gefolgerten Maassverhältnissen desselben abweichen.

Eine Reflexion führt den Beweis, dass die Ausrechnung der Kraft und der Dimensionen richtiger ist, als es den Anschein hat.

Was zuerst das Kraftquantum anbetrifft, so ist vor Allem zu bedenken, dass die Bestimmung und Angabe der Leistungsfähigkeit einer Dampfmaschine, wie jeder Maschine, nach Pferdekräften gar kein Urtheil über den zu einer jedesmaligen Leistung nothwendigen Kraftaufwand gestattet.

Um sich über den wirklichen Aufwand an Betriebskraft genau zu unterrichten, ist es nothwendig, mit der Maschine Beobachtungen anzustellen und die gewonnenen Resultate in die betreffenden Formeln einzuführen.

§. 175. Die hier betrachtete Maschine ist nach genauen Mittheilungen auf eine Leistungsfähigkeit von 25 Pferden construirt und hat 20 Zoll Dampfcylinderdurchmesser und einen Hub von 46 Zoll = 2 . 1 Fuss 11 Zoll Kurbellänge.

Die Oberfläche des Dampfkolbens ist bei 20 Zoll Durchmesser = 314,15 Quadratzoll.

Die Totalhöhe des Hubes, d. h. die Kolbengeschwindigkeit pro Zeiteinheit, berechnet sich bei 15 Doppelhüben = 30 einfachen Hublängen von 46 Zoll
auf 1380 Zoll oder 115 Fuss pro Minute,
oder auf 23 Zoll pro Sekunde.

Der Dampfdruck bei Niederdruckmaschinen wird von Redtenbacher (Resultate f. d. Maschinenbau, 3. Aufl., S. 230 u. ff.) auf 8330 Kilogr. pro Quadratmeter, d. h. auf 16660 Pfd. neues Gewicht pro 10,15187 Quadratfuss Preuss. festgestellt.

Digitized by Google

Reducirt man dieses Verhältniss auf den Dampfdruck pro Quadratzoll, so ergiebt sich, dass bei dem vorgenannten Druck von 16660 Pfd. auf 10,15187 Quadratfuss oder 1461,9 Quadratzoll, pro 1 Quadratzoll ein Druck von $\frac{16660,0}{1461,9}$ Pfd., also nicht ganz 12 Pfd. gerechnet werden darf. Setzt man indess, der bequemeren Rechnung wegen, 12 Pfd. pro Quadratzoll als Dampfspannung auf den Cylinder, so ergiebt sich eine Kraftäusserung von

$$314,15 \,.\, 23 \text{ Pfunden}$$

1 Fuss hoch gehoben, was ganz genau 15 Pferdekraft ausmacht.

§. 176. Dabei ist der Kolbenhub in Metern pro Sekunde

$v = 0,46 + 0,84 \sqrt{D}$, wo D den Durchmesser des Dampfcylinders in Centimetern bezeichnet.

Nach der hiernach abgeleiteten Tabelle findet man für einen Durchmesser von 20 Zoll = 50,33 Centim. eine Kolbengeschwindigkeit von 1 Meter ca. pro Sekunde. 1 Meter ist = 3,1362 Fuss preuss. = 38,2 Zoll. Wenden wir nunmehr dieses Resultat an, um den für einen 23zölligen Hub pro Sekunde herausgerechneten Wirkungswerth der Dampfmaschine entsprechend zu corrigiren, so ergeben sich 25 Pferdekräfte. Der grösste Nutzeffekt einer solchen Niederdruckmaschine, also die zur Arbeitsverrichtung übrig bleibende Kraft, nachdem sämmtliche materiellen Widerstände überwunden sind, beträgt 0,6. Rechnet man nun den Kraftverlust von 40 Proc. auf 15 Pferdekraft aus, so bleiben für die Arbeit im Blasecylinder noch 9 bis 10 Pferdekraft übrig, eine Zahl, welche von der weiter oben gefundenen nothwendigen Kraftsumme von $12\frac{1}{2}$ Pferdekräften wenig differirt.

Um also 3 Cupolöfen mit dem nothwendigen Winde von 3 Zoll Pressung zu versorgen, bedarf man, im Fall ein Cylindergebläse gewählt wird, eines solchen von über 25 Pferdekräften, wovon, wenn nur ca. 15 bei dem nothwendig langsamen Gang des Ge-

Digitized by Google

bläses gebraucht und 40 Proc. der wirksamen Kraft von den materiellen Bewegungshindernissen aufgehoben werden, schliesslich 9—11 Pferdekräfte für das Gebläse wirklich thätig verbleiben.

§. 177. Es wäre möglich gewesen, auf kürzerem Wege und ohne diese Erörterungen zu vorstehender Bestimmung zu gelangen, indess bieten sich noch andere allgemeine Erscheinungen und Gesichtspunkte in der gemachten Rechnung dar, die eingehender besprochen werden sollen.

Wir haben gesehen, dass dem wirklichen Kraftmaass der Maschine eine grössere Kolbengeschwindigkeit entspricht, als die direkte Verbindung des Motors mit dem Werkzeug gestattet, und hier begegnen wir einer Wahrnehmung, die zum grossen Theil an den vielen Transmissionen und andern unnöthig scheinenden Eigenthümlichkeiten der Gebläse älterer Construktion schuld sein mag.

Es ist eine bekannte und durch genaue Messung mit den verschiedenen Dynamometern aufs übereinstimmendste constatirte Erfahrung, dass es für alle Arten von Maschinen Maximalwerthe der nutzbaren Kraft giebt, die bestimmten Stärken correspondiren, unter welchen und über welche hinaus der Nutzeffekt wieder abnimmt. Ebenso variirt derselbe auch bei einer und derselben Maschine innerhalb weiter Grenzen, je nachdem die Maschine mit der ganzen Kraftsumme oder nur mit einem Theil derselben arbeitet. Die nächste Wirkung der Kraft ist die Geschwindigkeit des Motors in der ihm vorgeschriebenen Bahn. Je geringer dieselbe sein wird, um so mehr sinkt auch der Nutzeffekt und der Gang der Maschine, d. h. die Geschwindigkeit desselben ist bei guter Ausnutzung der Kraft eine eben so unveränderliche Grösse als die ganze Kraft der regelmässig arbeitenden Maschine. Die Geschwindigkeit des Werkzeuges ist indessen weit entfernt, eben so unveränderlich bleiben zu können. Das sprechendste Beispiel liefern die Arbeitsmaschinen einer Bohr- oder Drehwerkstatt, die nach Belieben in vier- bis zehnerlei verschiedenen Geschwindigkeiten je

Digitized by Google

nach Grösse des zu bearbeitenden Gegenstandes vermittelst Riemenscheiben verschiedenen Durchmessers gesetzt werden können.

Ein unserm Gegenstand naheliegendes zweites Beispiel mag noch folgen.

Sobald ein Gebläse mehrere Oefen, resp. Feuer oder Herde zu bedienen hat, muss es auch verschiedene Geschwindigkeiten annehmen können, je nachdem eine oder die andere dieser Betriebsvorrichtungen ausser Thätigkeit kommt.

Diese Veränderungen im Gange können bei den hydraulischen Gebläsen noch am einfachsten durch theilweises Zuschützen des Einlaufes bewirkt werden; bei den Dampfmaschinen durch Verminderung der Dampfzuströmungsöffnung u. s. f.; immer aber sind sie mit einem Sinken des Nutzeffekts verbunden.

Es sind dieses jedoch nur vorübergehende Nachtheile, die sich nie vermeiden lassen können.

§. 178. Was überhaupt die Transmissionen hervorrief, ist das Bedürfniss, die Bewegung des Motors und die des Werkzeuges von einander in der Art zu isoliren, dass die Bewegungsbedingungen des einen den andern nicht beeinflussen konnten.

Der Gebläsekolben musste unter den früher gewöhnlichen Umständen stets eine geringere Geschwindigkeit erhalten, als die direkte Verbindung mit dem Motor ihm gegeben haben würde.

Der Motor dagegen darf nicht langsamer sich bewegen, als seine Natur es für zweckmässig hält.

Man wird daher meist finden, dass zwischen Wasserradwelle und Balancier, resp. Kurbel und der Achse der letzteren Getriebeverbindung statt hat, wobei das grössere Getriebe auf der bewegten, das kleinere auf der bewegenden Welle sitzt.

Wo, wie bei den meisten durch Dampf betriebenen älteren Gebläsen mit Balancier die Geschwindigkeit der beiden Kolben gleich gross sein muss, wendet man weitere Gebläsecylinder und umgekehrt etwas abgeänderte Dampfcylinder an.

Man richtet sich bei Construktion des Dampf-

Digitized by Google

cylinders nicht nur nach den geläufigen Maassverhältnissen, sondern bestimmt den Durchmesser des Dampfcylinders, nachdem man die Grösse des Blasecylinders und die zum Betriebe desselben nothwendige Kraft durch Rechnung gefunden hat; indem man die letztere als Nutzeffekt betrachtend, zunächst den gesammten Kraftaufwand ermittelt, bestimmt man demnächst die Zahl der Wechsel, die Länge des Hubes und stellt die erzielbare Dampfspannung fest.

Niederdruckmaschinen bequemten sich noch am besten zu dem früher üblichen langsameren Gang; dagegen verlieren Hochdruckmaschinen bedeutend an Effekt, wenn sie langsam gehende Gebläse direkt betreiben und sind deshalb erst in der Neuzeit verbreiteter geworden.

Eine ganz eigenthümliche Lösung des Problems, die passendsten Betriebsverhältnisse für eine gleiche Geschwindigkeit des Gebläse- und Dampfkolbens zu finden, bieten die in neuerer Zeit vielfach erbauten rasch gehenden Gebläse von geringen Durchmessern und Raumverhältnissen. Abgesehen von älteren Construktionen dieser Art, welche z. B. im Polytechnischen Centralblatt von 1856 (Nr. 22 vom 15. Novbr.) erwähnt*) sind und zur selben Zeit auf einigen Eisengiessereien in Breslau eingeführt waren — gehören sämmtliche Bessemergebläse dieser Kategorie an und bieten bis jetzt den höchsten Grad mechanischer Leistung, da sie Pressungen erzielen, welche das 5—6fache der in den stärksten Hochofengebläsen hervorgerufenen Compressionen betragen und noch übersteigen.

Ihre Leistungen sind allerdings exceptionell und durch den Zweck ihrer Anlage geboten; für Giessereiöfen dürften sie sich noch weniger eignen, als dem Raume nach grössere, langsam gehende Maschinen.

---

*) Bei 15zölligem Dampfcylinder, 40—50zölligem Blasecylinder, 3facher Expansion, 50—70 Pfd. Dampfspannung liefert das betreffende Gebläse 4500—6800 Cubikfuss Luft von $2^1/_2$ bis 4 Pfd. Pressung.

Digitized by Google

Sie verursachen allerdings, den Erfahrungen nach, die man bei den Cupolöfen einiger Bessemerwerke gemacht hat, einen geringeren Brennstoffverbrauch, bei rascherem Gange des Ofens; der weiter oben bereits angeführte nachtheilige Einfluss auf die Verbrennungs- und Reduktionsverhältnisse der Aschenbestandtheile in den Brennstoffen wird aber um eben so viel gesteigert, so dass nur die reinsten Cokes sich zu der Verwendung eines so stark gepressten Windstromes eignen.

§. 179. Das Gebläse auf der Kgl. Eisengiesserei zu Berlin bietet in seinen Details, soweit sich dieselben auf die Windführung beziehen, die im Folgenden erwähnten Verhältnisse.

Der Blasecylinder, 52 Zoll hoch und 52 Zoll im Durchmesser, repräsentirt einen Raum von

$$\frac{\pi\,\delta^3}{4} \text{ oder } \frac{3{,}1416\ldots 52^3}{4} \text{ Cubikzoll.}$$

Da aber der wirklich in Betracht zu ziehende Raum kleiner ist und erst nach Abzug des Volumens des Blasekolbens von obigem Resultat erhalten wird, hat letzteres für den vorliegenden Zweck weiter keine Wichtigkeit.

Der Cylinder, durchschnittlich von 1 Zoll Wandstärke, hat an beiden Enden 3 Zoll breite und $^5/_4$ Zoll starke Flanschen angegossen, mittelst welcher die Deckel mit den Klappen und Stopfbüchsen angeschraubt werden können.

Die Klappen, besser gesagt Ventile, sind zweierlei Art:

1) die Lufteinlassventile; vermitteln den Zufluss der atmosphärischen Luft nach dem Cylinder;
2) die Luftauslassventile; vermitteln den Ausfluss der comprimirten Luft nach der Windleitung.

Wir wollen untersuchen, in welchem Verhältniss dieselben in ihrem Querschnitt zu dem Cylinderquerschnitt stehen und mit dem Resultat die Verhältnisse bei anderen Gebläsen vergleichen.

Digitized by Google

Zuvor muss aber bemerkt werden, dass diese Vorrichtungen alle doppelt vorhanden sind und sich an beiden Enden des Cylinders gleich bleiben.

Die Lufteinlassventile sind in dem Boden, resp. Deckel des Cylinders angebracht, so dass sich der schädliche Raum fast auf 0 reducirt. Es strömt die Luft durch zwei daselbst befindliche Oeffnungen von 7 Zoll Breite und 24 Zoll Länge ein, deren nach Innen sich öffnende Klappen durch Gegengewichte so balancirt werden, dass ein plötzliches Auf- und Zuschlagen derselben bei dem eintretenden Bewegungswechsel vermieden wird.

Die Totalöffnung, durch welche demnach Luft in den Blasecylinder tritt, ist

$$2 . 7 . 24 \text{ Quadratzoll} = 2 . 168$$
$$= 336 \text{ Quadratzoll.}$$

Die Kolbenoberfläche in dem Blasecylinder beträgt $3{,}14 . 26^2$ (wenn, wie oben bemerkt, der Durchmesser = 52 Zoll angenommen wird) oder 2123,71 Quadrat-Z.

Es ist interessant zu ermitteln, in welchem Verhältniss beide Grössen zu einander stehen und es ergiebt sich das Verhältniss der Einströmungsöffnung zum Cylinderquerschnitt wie $336 : 2123{,}71 = 1 : 7$, ungefähr.

§. 180. Zur Vergleichung mögen hier die bei andern Cylindergebläsen vorhandenen Verhältnisse Platz finden.

Bei dem Hochofencylindergebläse von Malapane, dessen Kolbendurchmesser = 48 Zoll und dessen Kolbenoberfläche 1809,55 Quadratzoll beträgt, sind jederseits 3 Einlassventile angebracht, die jedes 12 Zoll Breite auf 5 Zoll Höhe in der Oeffnung haben.

Das Verhältniss ist sonach wie

$$180 : 1809{,}55, \text{ d. h. wie } 1 : 10.$$

Bei dem Cylindergebläse zu Jedlice bei Malapane sind 2 Ventile jederseits angebracht, die 12 Zoll breite und 6 Zoll hohe Oeffnungen haben. Der Kolbendurchmesser ist 36 Zoll und die Kolbenoberfläche demnach 1017,87 Quadratzoll.

Digitized by Google

Das Verhältniss drückt sich demnach aus durch die Proportion

144 : 1017,87, d. h. wie 1 : 7,0.

Bei dem schon oft erwähnten oscillirenden Cylindergebläse von Dembiohammer bei Malapane ist jederseits im Boden eine Oeffnung von 8 Zoll Länge und 4 Zoll Breite gelassen, deren Klappen in ganz ähnlicher Weise wie bei dem Berliner Gebläse mit Gegengewichten balancirt werden.

Der Kolbendurchmesser ist 30 Zoll und danach die Kolbenoberfläche = 706,85 Quadratzoll.

Das Verhältniss ist sonach wie

32 : 706,85, d. h. wie 1 : 22,0.

Bei dem Cylindergebläse zu Gottartowitz bei Rybnik ist jederseits auch nur eine Oeffnung von $12^1/_2$ Zoll Breite und $6^1/_4$ Zoll Höhe vorhanden.

Der Kolbendurchmesser ist 40 Zoll,

die Kolbenoberfläche 1256,63.

Das Verhältniss bestimmt sich wie

78,125 : 1256,63 = 1 : 16,0.

Bei dem Cylindergebläse zu Karstenhütte bei Rybnik ist jederseits eine Oeffnung von $12^1/_2$ Z. Breite und $6^1/_4$ Zoll Höhe, bei einem Kolbendurchmesser von 40 Zoll. Das Verhältniss ist also dasselbe wie bei dem vorhergehenden Fall.

Diese sämmtlichen Gebläsevorrichtungen sind hydraulische und liefern nur schwach gepressten Wind, da alle, mit Ausnahme des Malapaner Gebläses, für Frischhütten zu arbeiten haben. Die 3 letzten sind weniger günstig construirt und für die Proportionen daher weniger maassgebend als die anderen, von denen das Jedlicer am besten arbeitet.

§. 181. Unter den durch Dampfmaschinen getriebenen Gebläsen gestatte man noch, zwei der auf Königshütte arbeitenden hier zum Vergleich anzuführen.

Die Gerhard-Gebläsemaschine hat jederseits in einem besonderen Ventilkasten 7 Ventilöffnungen von je 14 Zoll Breite und 8 Zoll Höhe, also 70 Quadratzoll Querschnitt.

Digitized by Google

Von diesem Querschnitt müssen aber je 5, also 7 . 5 Gitterstäbe von $^3/_8$ Zoll st. abgezogen werden. Der Gitterstab hat $^3/_8$. 6 Qu.-Zoll, d. h. $^{18}/_8$ Qu.-Zoll Oberfläche; sämmtliche 35 Gitterstäbe demnach

$$\frac{35 \cdot 18}{8} \text{ Qu.-Zoll} = 78^3/_4 \text{ Qu.-Zoll.}$$

Die Oeffnung sämmtlicher Ventile beträgt folglich (7 . 70)—$78^3/_4$ Qu.-Zoll oder 411,25 Qu.-Zoll.

Der Kolbendurchmesser beträgt $63^1/_2$ Zoll.

Die Kolbenoberfläche demnach 3166,92 Qu.-Zoll.

Das Verhältniss, um welches es sich handelt, drückt sich aus wie

411,25 : 3166,92, d. h. wie 1 : 7,9.

Die Reden- und Heinitz-Gebläsemaschinen haben jederseits in einem besondern Ventilkasten 7 Ventilöffnungen, von denen jede 5 Zoll hoch, $16^1/_2$ Z. breit, und mit $8^3/_4$zölligen Stäben vergittert ist.

Der Querschnitt einer Oeffnung berechnet sich demnach auf 5 . ($16^1/_2$—3) = $67^1/_2$ Qu.-Zoll und der sämmtlichen Oeffnungen auf $472^1/_2$ Qu.-Zoll.

Der Kolbendurchmesser beträgt 75 Zoll und die Kolbenoberfläche danach 4417,86 Qu.-Zoll.

Das gesuchte Verhältniss stellt sich dar, wie

472,50 : 4417,86, d. h. wie 1 : 9,4.

§. 182. Den im Vorstehenden mitgetheilten, aus eigenen Messungen und Anschauungen hervorgegangenen Vergleichen sei es vergönnt, noch einige andere aus Karsten's Eisenhüttenkunde (vergl. Altas dazu Taf. X., Fig. 1—5 und 14) zuzufügen.

Die grosse, von Fairbairn in Manchester gebaute Gebläsemaschine auf der Laurahütte in Oberschlesien hat am obern Ende 4 runde Ventilöffnungen von je 15 Zoll Durchmesser, also in Summa von 4 . 176,71 oder 706,84 Qu.-Zoll Querschnitt, am untern Ende dagegen 2 länglich rectanguläre Oeffnungen von 34 Zoll Breite und 10 Zoll Höhe, also in Summa von 680 Qu.-Zoll Querschnitt; mithin bieten die unteren Ventile dem Luftzutritt 26,84 Qu.-Zoll weniger Oeffnung dar, als die oberen. Dies gleicht sich wieder

Digitized by Google

aus, wenn man aus der von Karsten mitgetheilten detaillirten Zeichnung ersieht, dass sich die oberen Ventile ohne Charnier, die unteren mit Charnier, also etwas weiter öffnen, und dass ferner die Reibung bei den 4 Oeffnungen oben bedeutender sein muss, als bei den 2 unteren. Der Umfang, der doch auf die Reibung einwirkt, ist bei jenen = 4mal 47,12, also 188,48 Zoll, bei den unteren 4mal 44, also 176 Zoll.

Der Kolbendurchmesser beträgt 82 Zoll.

Die Kolbenoberfläche beträgt 5281,01 Qu.-Zoll.

Das obige Verhältniss drückt sich demnach aus bei den oberen Ventilen

durch 706 . 84 : 5281,01, d. h. wie 1 : 7,47,

bei den unteren Ventilen

durch 680 : 5281,01, d. h. wie 1 : 8,06.

Der Blasecylinder auf der Hütte von Lavoulte hat jederseits 3 nebeneinanderliegende Einlassventile von zusammen 30 Zoll Breite bei 12 Zoll Höhe, also von 360 Qu.-Zoll.

Der Kolbendurchmesser ist = 76 Zoll.

Die Kolbenoberfläche = 4536,45 Qu.-Zoll.

Das bewusste Verhältniss ist demnach

360 : 4536,45, d. h. wie 1 : 12,60.

Ein andrer von Karsten abgebildeter Blasecylinder hat jederseits 4 übereinander in einem besondern Ventilkasten liegende Klappen von 8 Z. Höhe und 18 Zoll Breite, also 4mal 144 Qu.-Zoll, d. h. 576 Quadratzoll in Summa.

Der Kolbendurchmesser ist = 87 Zoll.

Die Kolbenoberfläche = 5944,67 Qu.-Zoll und das Verhältniss also wie 576 : 5944,67 oder wie 1 : 10,32.

§. 183. Zu diesen Beispielen treten noch die von Wedding in seiner deutschen Bearbeitung des II. Bandes der Percy'schen Hüttenkunde ausführlich beschriebenen Gebläse neuerer Construktion.

Das eine derselben ist das in Fig. 46—48 der 2. Abtheilung, S. 50—52, dargestellte Gebläse der Shelton-Eisenwerke, welches auch auf anderen englischen Werken wiederholt worden ist und ein unter den bisher üblichen Balanciermaschinen ungewöhnliches

Digitized by Google

Constructionsprinzip zeigt. Der ungleicharmige Balancier wird von den Parallelogrammen der beiden Cylinder in gleichen Abständen vom Drehpunkt gefasst; das überstehende Ende des einen Arms trägt dagegen eine mit einem Schwungrad in Verbindung gesetzte Pleuelstange. Schwungräder sind bei rascherem Gang, wie er jetzt allgemein beliebt wird, stets anzurathen, um das Durchschlagen des Kolbens zu vermeiden.*) So zeigt die auf Taf. XVI., Fig. 15, dieses Buches skizzirte Balanciermaschine von Hörde eine derartige Anordnung.

Der Kolbendurchmesser beträgt 97 Zoll, die Kolbenoberfläche also 7389,8 Qu.-Zoll.

Die Lufteinlässe bestehen für die Oberseite des Cylinders aus Hälsen oder Kästen, deren Wände durchbohrt sind und von innen mit Lederklappen gedeckt werden, für die Unterseite aus einfachen Oeffnungen im Boden. Der Querschnitt derselben steht nach Wedding's Angaben (a. a. O. S. 64) zur Kolbenoberfläche in dem Verhältniss 1:2,7, ist also im Vergleich zu den angeführten älteren Beispielen sehr bedeutend.

Das 1867 und 1868 in Gleiwitz für Königshütte erbaute Gebläse, aus zwei mächtigen Maschinen bestehend, ist ähnlich disponirt, wie das Shelton-Gebläse, nur sind die Windeinlässe ähnlich angebracht wie bei den älteren Maschinen desselben Werks, d. h. in einem besonders abgegrenzten Auf- und Untersatz des Blasecylinders. Wedding hat keine Maasse angegeben, auch keine Berechnungen angestellt, sondern auf die den Holzschnitten beigegebenen Maassstäbe verwiesen; der Verfasser muss es Jedem überlassen, mittelst der in einem Verhältniss 96 : 1 verjüngten Figuren die erforderlichen Ermittelungen anzustellen..

Eine Maschine von Wöhlert, 1866 für den

*) Ein solcher Unfall passirte bei dem Betrieb der 150-pferdigen Maschine der königl. Eisengiesserei zu Gleiwitz im Jahre 1866 und veranlasste die vollständige Zerstörung des mächtigen gusseisernen Cylinders.

Digitized by Google

Hochofen der Brüder Röhricht in Braunschweig erbaut und von Wedding in Fig. 54—55 (Seite 58) dargestellt und beschrieben, zeigt eine sehr vollkommene Construktion.

Die Einlassöffnung, wie auch die Auslässe liegen in den Cylinderböden und reduciren den schädlichen Raum auf ein Minimum; der Verschluss findet durch Lederklappen mit Parallelführung statt.

Der Kolbendurchmesser beträgt 96 Zoll; seine Oberfläche mithin 7238,2 Qu.-Zoll.

Das Querschnittsverhältniss der Einlässe zum Kolben ist nach Wedding's Angaben wie 1 : 4.

Eine reiche Sammlung von Gebläsen giebt F. Kohn in seiner jüngst erschienenen Iron & Steel-Manufacture auf S. 44 u. ff. Die Taf. 6 bis incl. 12 stellen eine Reihe von interessanten englischen und amerikanischen Maschinen dar; leider kann man wegen des Mangels genauer Maassstäbe Berechnungen, die im Text selbst fehlen, nicht danach anstellen.

§. 184. Es stellt sich demnach das Verhältniss der Kolbenfläche zur Einströmungsöffnung heraus:

1) bei dem 25pferd. Gebläse zu Berlin wie 1 : 7,0
2) bei dem Gebläse zu Malapane wie 1 : 10,0
3) bei dem Gebläse zu Jedlice wie 1 : 7,0
4) bei dem Gebläse zu Dembiohammer wie 1 : 22,0
5) bei dem Gebläse zu Rybnikerhütte wie 1 : 16,0
6) bei dem Gerhardt-Gebl. } Königsh. } wie 1 : 7,9
7) b. d. Reden-Heinitz-G. } Königsh. } wie 1 : 9,4
8) bei d. 150pfd. Gebläse zu Laurahütte wie 1 : 7,47 und wie 1 : 8,06
9) bei dem Gebläse zu Lavoulte wie 1 : 12,60
10) b. d. ungenannt. Gebläse nach Karsten wie 1 : 10,32
11) b. d. Gebläse zu Shelton (Wedding) wie 1 : 2,7
12) b. d. Gebläse zu Braunschweig „ wie 1 : 4.

Aus den zusammengestellten Resultaten ergeben sich viererlei verschiedene Verhältnisse, von denen das wie 1 : 7 die meiste Verbreitung hat, welchem zumeist das wie 1 : 10 (resp. 1 : 9,4 und wie 1 : 12,6), dann die andern beiden (1 : 16 und 1 : 22) folgen, deren abweichender Werth bei den Rybniker Gebläsen aus

Digitized by Google

fehlerhafter Construktion (die Gebläse sind sehr alt), bei dem zu Dembiohammer aus Rücksichten für die oscillirende Bewegung entspringen mag. Die Verhältnisse von Shelton und Braunschweig sind noch exceptioneller und werden durch den raschen Gang der Maschinen gerechtfertigt, welcher, um die nachstehend präcisirte Construktionsbedingung zu erfüllen, reichliche Einlassöffnungen verlangt.

Merkwürdig ist, dass unter den älteren Vorrichtungen von all den aufgeführten gerade die mit dem Verhältniss 1 : 7 behafteten Gebläse den leichtesten und effektreichsten Gang haben.

Es berechtigt diese Wahrnehmung indess noch nicht zur Annahme eines festen Verhältnisses zwischen Kolbenquerschnitt und Einströmungsöffnung: denn „letztere muss einen hinreichend grossen Querschnitt haben, um während der Dauer eines Hubes die Füllung des Cylinders mit Luft von **atmosphärischer Dichtigkeit** (= 28 Zoll = 76 Ctm.) zu gestatten".

§. 185. Demnach sagt man sich selbst, dass dieses Verhältniss noch besser und allgemeiner festgestellt werden muss, wenn man die Anzahl der Kolbenhübe und in Folge dessen die pro Zeiteinheit einströmende Luftmenge kennt und ferner die zum vollständigen Einströmen nothwendige Geschwindigkeit der Luft aus aerostatischen Grundgesetzen ableitet.

Hat man diese Daten ermittelt, so ist klar, dass Kolbengeschwindigkeit und wirkliche Einströmungsgeschwindigkeit der Luft hinter den bewegten Kolben in einem ganz bestimmten Verhältnisse stehen müssen, wenn die von aussen eingedrungene Luft im Moment des Bewegungswechsels die vollständige Dichtigkeit der Atmosphäre haben soll.

Wenn der Kolben am Ende seiner Bahn angelangt, wieder zurückkehrt und ein, wenn auch nicht luftleerer, doch beinahe dem gleichzuachtender, sehr luftverdünnter Raum entsteht, so findet auf diesen Raum, resp. seine Umgebung, von ausen her der volle Druck einer

Digitized by Google

Atmosphäre statt, und man kann mittelst der Torricelli'schen Formel $2\sqrt{g\,h}$ sehr wohl die Geschwindigkeit der in den luftleeren Raum steigenden Luft berechnen, wenn man dem Buchstaben g die halbe Länge des Sekundenpendels 15,625, und dem Buchstaben h die Barometerhöhe als Luftsäule gedacht, substituirt. Es sei M die Barometerhöhe in Quecksilberzollen und 13,596 das specifische Gewicht des Quecksilbers, ausserdem noch das Volumen vollkommen trockner Luft bei 0° und normalem Barometerdruck 772 mal grösser als das des Wassers, so wird die in den Cylinder tretende Luft die allgemein gedachte Geschwindigkeit

$$G = 2\sqrt{15{,}625 \,.\, 13{,}596 \,.\, 772\,\frac{M}{12}}\ \text{Fuss}$$

pro Sekunde besitzen.

Diese Formel ist indess so lange nur exact, als man das durch 772 ausgedrückte Volumenverhältniss zwischen Luft und Wasser ohne Rücksicht auf den jedesmaligen Temperatur-, Barometer- und Hygrometerstand als richtig betrachtet. Sobald man auf diese Umstände Rücksicht nimmt, ist es nothwendig, 3 Coefficienten in die Formel einzuführen, die alsdann sich folgendermaassen darstellt:

$$G = 2\sqrt{15{,}625 \,.\, 13{,}596 \,.\, 772\,\frac{28{,}98}{M}\,(1 + t \,.\, 0{,}003665)\,w\,\frac{M}{12}}\ *)$$

Diese Formel reducirt sich nach Ausrechnung sämmtlicher Zahlenwerthe auf

$$G = 1258{,}67\sqrt{\frac{M}{M}\,1 + t \,.\, 0{,}003665)\,w}$$

$$= 1258{,}67\sqrt{(1 + t \,.\, 0{,}003665)\,w}.$$

Man sieht, mit welcher grossen Geschwindigkeit die Luft in den Cylinder tritt, und selbst wenn man annimmt, dass dieselbe am Ende des Einströmens 0 wird, so ist sie in ihrem Mittelwerth immer noch be-

*) Vgl. Scheerer's „Metallurgie I., S. 461 u. ff.", dessen Angaben hier überall gefolgt wurde.

Digitized by Google

deutend genug, um das Verhältniss der Saugventilquerschnitte zu dem Kolbenquerschnitt dem Gutdünken des Constructeurs anheimzustellen, indessen wird derselbe Bedenken tragen, der Reibung wegen das Verhältniss zu gross zu wählen; ebenso wird er sich in Acht nehmen, in das entgegengesetzte Extrem zu verfallen, um mit dem grösseren Umfang der Ventilquerschnitte auch den bedeutenderen Windverlust zu vermeiden.

Die weiter oben aus 12 verschiedenen Gebläsen ermittelten Resultate sprechen mit Ausnahme von vieren für das Verhältniss 1 : 7—10, oder, wenn von den ersten 10 das genaue Mittel gezogen wird, ergiebt sich als Hauptresultat der Berechnungen das Verhältniss zwischen Kolbenfläche und Ventilöffnung von

1 : 10,7,

mit welchem auch das von Redtenbacher in dessen „Resultaten" angegebene Verhältniss von

1 : 9 oder 10

ziemlich genau coincidirt.*) Zieht man von allen 12 das Mittel, so erhält man das Verhältniss 1 : 8,69.

§. 186. Kehren wir nach dieser nothwendigen Abschweifung zur Beschreibung des Cylindergebläses von Berlin zurück, so bemerken wir an jedem Boden des Cylinders ein in einem angegossenen Ventilaufsatz sich bewegendes Auslassventil, von denen das am oberen Boden wirkende durch ein Gegengewicht regulirt wird; das unten angebrachte bewegte sich auf ähnliche Weise, doch wurde diese Einrichtung des starken Aufschlagens wegen cassirt und in eine einfache, etwas schrägstehende Klappe verwandelt. Der lästige Lärm war dadurch auch wirklich beseitigt worden.

Das Verhältniss dieser Ventilfläche zur Kolbenoberfläche ist wesentlich ein anderes, als es beim Windeinlass constatirt worden ist und zwar folgendes:

*) Guettier in „Traité de la fonderie etc.", pag. 91, giebt an, dass für Kolbengeschwindigkeiten von
0,50—0,75 M das besprochene Verhältniss = 1 : 15 — 1 : 12
von 0,75—1,00 M dasselbe = 1 : 10 — 1 : 9
sein müsse.

Digitized by Google

Bei dem Gebläse zu Berlin sind die Klappenöffnungen 14 Zoll lang und 12 Zoll breit, halten somit jede 168 Qu.-Zoll.

Der Kolbendurchmesser ist 52 Zoll und die Kolbenoberfläche 2123,71 Qu.-Zoll.

Das Verhältniss der Ausströmungsöffnung zur Kolbenoberfläche ist daher wie

168 : 2123,71, d. h. = 1 : 12,64,

also nahezu das Doppelte des bei den Saugventilen beobachteten Verhältnisses.

Es ist ganz natürlich und dem Zwecke vollständig entsprechend, die Druckventile kleiner als die Saugventile zu machen, weil es sich um Hervorbringen einer grösseren Dichtigkeit, d. h. um Zusammenpressen eines Körpers handelt.

Durch das Saugventil strömt die Luft mit ihrer natürlichen Geschwindigkeit ein, während sie durch das Druckventil mit gesteigerter Geschwindigkeit und stärkerem Drucke entweichen soll. Doch darf man auch hierbei die Grenze nicht überschreiten, und um so weniger, als hier eine bei zu engen Ventilöffnungen unausbleibliche Reibung noch schädlicher wirkt, als bei den Saugventilen.

§. 187. Es folgen hier nun noch die bei den weiter oben schon angeführten verschiedenartigen Gebläsen beobachteten Verhältnisse.

Bei dem Malapaner Gebläse bemerkt man, dass jeder der beiden Blasecylinder an der oberen und an der unteren Seite mit einem gemeinschaftlichen Windkasten durch je eine 15 Zoll breite und 7 Zoll hohe Ventilöffnung, die also einen Rauminhalt von 105 Qu.-Zoll repräsentirt, verbunden ist.

Der Kolbendurchmesser ist 48 Zoll.

Die Kolbenfläche 1809,55 Qu.-Zoll

und danach das Verhältniss zwischen Druckventil und Kolben, wie

105 : 1809,55, d. h. wie 1 : 17,20.

Bei den Gebläsen zu Jedlice vermag ich es wegen mangelnder Notizen nicht anzugeben.

Bei dem Gebläse zu Dembiohammer ist das

Digitized by Google

jederseitige Druckventil ebenso gross wie das Saugventil und somit das Verhältniss wie 1 : 22.

Bei den Rybniker Gebläsen findet der nämliche Fall statt; es ist das Verhältniss nahezu dasselbe wie bei den Saugventilen.

Man erinnert sich aus dem Vorstehenden, dass diese beiden Gebläse allein eine Ausnahme machten, während alle übrigen ziemlich übereinstimmende Resultate lieferten.

Es ist hier um so eher an einen Construktionsfehler zu denken, als sich jetzt aus der Gleichheit der beiden Arten von Ventilen die offenbarste Anomalie kundgiebt. Das Verhältniss beider zum Kolben kann kein gleiches sein, da sie doch auch verschieden wirken.

Die Gerhardt-Maschine zu Königshütte communicirt mit der Windleitung vermittelst je eines Ventils von 21 Zoll Breite und $10^1/_2$ Zoll Höhe, welches demzufolge eine Oberfläche von

$220^1/_2$ Qu.-Zoll besitzt.

Der Kolbendurchmesser ist $63^1/_2$ Zoll.

Die Kolbenfläche demnach 3166,92.

Das gesuchte Verhältniss drückt sich folglich aus durch 220,5 : 3166,92, d. h. 1 : 14,36.

Bei den Reden- und Heinitz-Gebläsemaschinen auf der Königshütte sind die Druckventile folgendermaassen gestellt.

An jedem Cylinderboden in dem sogenannten Ventilkasten, in welchem auch die 7 Saugventile spielen, liegt zwischen Windleituug und Cylinder ein Druckventil, 32 Zoll breit und 13 Zoll hoch, also von 416 Qu.-Zoll Oeffnung.

Der Kolbendurchmesser ist 75 Zoll und die Kolbenoberfläche = 4417,86.

Das auch hier etwas anomale Verhältniss ist

416 : 4417,86, d. h. wie 1 : 10,62.

Das Verzeichniss wischen Saugventil und Kolben ist nach der weiter oben bereits gegebenen Rechnung = 9,4.

§. 188. Bei dem von Karsten abgebildeten Gebläse auf der Laurahütte sind jederseits 2 Druckventile angebracht, die jedes 30 Zoll Breite bei

Digitized by Google

8 Zoll Höhe haben; es beträgt daher die Ventilfläche jederseits 2 . 240 oder 480 Qu.-Zoll.

Der Kolbendurchmesser ist 82 Zoll und die Kolbenfläche 5281,01 Qu.-Zoll, so dass sich folgendes Verhältniss ergiebt, wie

480 : 5281,01 oder wie 1 : 11,00.

Auch hier bleibt das bei den kleineren Gebläsen dominirende Verhältniss nicht wahr.

Bei dem Blasecylinder zu Lavoulte, den Karsten ebenfalls abbildet, sind Saug- und Druckventile vollständig gleich in der Oberfläche, so dass hier das alte Verhältniss von

4536,45 : 360 oder wie 1 : 12,60

stattfindet, das nach den Resultaten des §. 184 für die Saugventile angemessener sein dürfte, als es für die Druckventile ist.

Bei dem letzten von Karsten angeführten Gebläse findet man an jedem Ende des Cylinders in Ansatzröhren vier kreisrunde Ventile von 9 Z. Durchmesser und somit von 4.63,61 oder 254,44 Qu.-Zoll Oberfläche.

Der Cylinder hat 87 Zoll Durchmesser und es ist die Kolbenoberfläche mithin = 5944,67 Qu.-Zoll.

Das Verhältniss stellt sich demnach auf

254,44 : 5944,67, d. h. wie 1 : 23,37;

dieses Verhältniss kommt von allen dem in Redtenbacher's Resultaten aufgestellten 1 : 22 am nächsten und übertrifft es sogar, während die anderen es nicht erreichen.

Ebenso abweichend von der Mehrzahl dieser Resultate wie das weiter oben, §. 183, besprochene Verhältniss der Saugventilfläche zur Kolbenfläche, ist auch das jetzt zu erläuternde des Druckventils zum Kolben bei den von Wedding beschriebenen und abgebildeten Gebläsen von Shelton und Röhrig.

Das zuerst genannte zeigt verticale Klappen an der ebenen Scheidewand, welche den Windsammler von den aus dem Cylinderboden und dem Deckel desselben heraustretenden Verbindungshälsen trennen, an deren übrigen drei Seiten Saugventile angebracht sind;

Digitized by Google

das Verhältniss derselben zur Kolbenfläche ist wie 1 : 6,1 nach den Wedding'schen Berechnungen.

Bei dem liegenden Gebläse von Röhrig in Braunschweig liegen die Auslassventile, von kreisrunder Form und jederzeit 12 in den 2 unteren Segmenten der mittelst der Kappen in 6 gleiche Segmente getheilten beiden Cylinderböden, die bis dahin von den Sammelkasten umschlossen werden. Den Verschluss bewirken Gummiklappen und der Querschnitt sämmtlicher Ventile beträgt die Hälfte des Querschnitts der Einlässe, so dass das Verhältniss zum Kolbenquerschnitt wie 1 : 8 sich ergiebt.

§. 189. Resumiren wir nunmehr die Resultate für das Verhältniss der Druckventile zur Kolbenfläche, und berechnen wir ihre Beziehungen zu dem analogen Verhältniss der Saugventile, so erhalten wir nachstehende Tabelle.

Namen der Gebläse.	Kolbendurchmesser.	Kolbenfläche.	Verhältn. z. Saugventil.	Verh. z. Druckv.
1) Berliner Gebläse	52 Z.	2123,71 Q.-Z.	1 : 7,00	1 : 12,64
2) Malapaner Gebl.	48 „	1809,55 „	1 : 10,00	1 : 17,20
3) Jedlicer Gebl.	36 „	1017,87 „	1 : 7,00	?
4) Dembiohammer Gebl.	30 „	706,85 „	1 : 22,00	1 : 22,00
5) Rybniker Gebl.	40 „	1256,63 „	1 : 16,00	1 : 16,00
6) Gerhardt-Gebl.	63½ „	3166,92 „	1 : 7,9	1 : 14,36
7) Reden-Heinitz-Gebl.	75 „	4417,86 „	1 : 9,4	1 : 10,62
8) Laurahütter Gebl.	82 „	5281,01 „	1 : 7,47	1 : 11,00
id.	„	„	1 : 8,06	
9) Lavoulte	76 „	4536,45 „	1 : 12,60	1 : 12,60
10) Ungenanntes Gebläse	87 „	5944,67 „	1 : 10,32	1 : 23,37
11) Shelton	97 „	7389,80 „	1 : 2,7	1 : 6,1
12) Braunschweig	96 „	7238,20 „	1 : 4	1 : 8.

Zieht man für die älteren Beispiele 1—10 das Mittel beider Verhältnisse nach den vorhandenen Angaben, so ergiebt sich für das Saugventilverhältniss

$$1 / 10{,}7,$$

für das Druckventilverhältniss $1 / 15{,}57$.

Redtenbacher*) giebt 1 : 10—9 und 1 : 22 an;

*) Resultate 1860, S. 364 ff.

Digitized by Google

er bezeichnet dies wahrscheinlich, wie sich aus einer andern Aeusserung ergiebt, als die unterste Grenze für die Flächenräume der Ventile.

Weisbach*) giebt das Verhältniss der Saugventile zum Kolben

= 1 : 15 — 1 : 12 für langsamen Gang,
= 1 : 10 — 1 : 6 für mittleren Gang,
= 1 : 5 — 1 : 2 für raschen Gang

und macht die Druckventile in der Regel halb so gross, so dass sich für dieselben folgende Verhältnisse ermitteln:

Langsamer Gang 1 : 30 — 1 : 24,
Mittlerer Gang 1 : 20 — 1 : 12,
Rascher Gang 1 : 10 — 1 : 4.

§. 190. Was nun die Verhältnisse des Cylinders selbst anbetrifft, so ist bereits bei Gelegenheit der allgemeinen Berechnung des Berliner Gebläses bewiesen worden, dass das Verhältniss des Diameters zur Höhe desselben meistens wie 1 : 1 sich darstellt, weil dieses Verhältniss den geringsten Umfang des Cylinders, also auch die geringste Druckhaftigkeit und den geringsten Widerstand des Mantels desselben bedingt. Es geht indess hieraus nicht hervor, dass das Verhältniss immer obwalte, doch hat es selbst Redtenbacher als Regel festgestellt. Bei grossen Gebläsen, d. h. bei starken Gebläsen mit nur einem Cylinder würde der Durchmesser so gross werden, dass die Construktion eines luftdicht schliessenden Kolbens Schwierigkeiten machen würde, man wählt deswegen auch ein andres Verhältniss. Es folgen hier nur die Verhältnisse der grösseren Gebläse, um das Gesagte zu beweisen, wobei bemerkt werden muss, dass die unter Höhe angeführten Zahlen den Hub bedeuten:

	Durchm.	Höhe.	Verhältn.
Wedding-Maschine zu Königshütte	86 Z.	94 Z.	1,00 : 1,09,
Heinitz- u. Reden-Maschine „	75 „	108 „	1,00 : 1,44,
Gerhardt-Maschine „	63,5 „	66 „	1,00 : 1,04,
Aeltere 150pferdige Maschine „	96 „	114 „	1,00 : 1,19,

*) Der „Ingenieur“ 1860, S. 693.

Digitized by Google

		Durchm.	Höhe.	Verhältn.
Neuere Gebläsemaschine		108 Z.	144 Z.	1,00 : 1,33,
150pferdige Maschine z. Laurahütte		82 „	108 „	1,00 : 1,32,
Gebläse zu Lavoulte		76 „	75 „	1,00 : 0,99,
Ungenanntes nach Karsten		87 „	87 „	1,00 : 1,00,
Biskupitz (Borsigwerk)	nach Wedding	96 „	96 „	1,00 : 1,00,
Shelton	nach Wedding	97 „	105 „	1,00 : 1,08,
Braunschweig (Röhrig)	nach Wedding	96 „	72 „	1,00 : 1,75,
Merthyr Guest, M. in Dowlais	nach F. Kohn	144 „	144 „	1,00 : 1,00,
Furness & Barrow	nach F. Kohn	78 „	48 „	1,00 : 0,61,
Carnforth	nach F. Kohn	100 „	120 „	1,00 : 1,12,
Tees-side Works Middlesboro' (v. Gjers erbaut)	nach F. Kohn	72 „	48 „	1,00 : 0,66,
Darby-Maschine in Ebbw Vale	nach F. Kohn	144 „	144 „	1,00 : 1,00,
Parkhead*)	nach F. Kohn	24 „	18 „	1,00 : 0,75,
Westpoint bei New-York**)	nach F. Kohn	84 „	84 „	1,00 : 1,00.

Bei den Gebläsen von pptr. 4 Fuss Durchmesser und etwas darüber und darunter findet man das Verhältniss 1 : 1 am häufigsten. Es ist jedoch aus den vorstehenden Zahlen ersichtlich, dass die Abweichungen nach der grösseren Höhe, ausser in 5 Fällen (Heinitz-Reden, 150pferdige und Neuere Maschinen zu Königshütte, 150pferdige Maschine zu Laurahütte) nicht sehr bedeutend sind. Dagegen kommen namentlich bei neueren Maschinen Verringerungen der Höhen vor, die bis zu 61 Proc. des Durchmessers herabgehen. Jedenfalls aber ist es bei der Berechnung der Dimensionen für eine geforderte Leistung nothwendig, das Verhältniss 1 : 1 zu Grunde zu legen.

Späterhin bei der Ausführung modificirt sich das Verhältniss nach diversen lokalen und construktiven Rücksichten.

Der Kolben, die Kolbenstange und die Stopfbüchsen construiren sich nach dem bei den Dampfmaschinenkolben üblichen Verhältniss und es ist bei der

*) Gebläse zum Richardson'schen Process mit 120 Wechseln pro Minute und hohler gusseiserner Kolbenstange.

**) Liegende Maschine von zweckmässiger Construktion, construirt von Burden in Troy für die Kanonengiesserei des Arsenals Westpoint.

Digitized by Google

Berliner Maschine in dieser Hinsicht nur die Eigenthümlichkeit auszuzeichnen, dass die Liederung des Kolbens durch federnde Metallringe bewirkt wird, wie dies bei den Dampfkolben vorzugsweise im Gebrauch steht.*) Die sonstige Einrichtung des Cylinders und Zubehörs zeichnet sich durch weiter nichts aus, was besondere Erwähnung verdiente.

§. 191. Obgleich im Vorstehenden das Werkzeug der Maschine abgehandelt wurde, so wird es angemessen scheinen, hier noch die Verhältnisse der Windleitung und des Trockenregulators zu betrachten.**)

Die Weite der Windleitung hat einigen Einfluss auf die Pressung und namentlich auf die Menge der pro Zeiteinheit dem Verbrennungsraum zugeführten Gebläseluft.

Der Querschnitt der Windleitung bei dem Gebläse von Berlin ist bei einem lichten Durchmesser von 15 Zoll 176,71 Qu.-Zoll.

Das Verhältniss desselben zur Kolbenoberfläche ist demnach wie 176,71 : 2123,71 oder

wie 1 : 12,02.

Es entspricht somit so ziemlich dem Verhältniss des Ausblaseventils, das sich

wie 1 : 12,64 dargestellt hatte.

Das von Redtenbacher u. A. angegebene Verhältniss ist wie 1 : 20; also bedeutend engere Windleitung anweisend. Wegen der für den Cupolofenbetrieb nothwendigen grösseren Menge von Luft bei nicht bedeutender Pressung ist, wie alle bis jetzt betrachteten Verhältnisse auch das eben gefundene etwas reichlicher genommen, als es beim sonstigen Eisenhüttenbetrieb zu sein pflegte. Cupolofenbetrieb mit Cylindergebläse ist überhaupt so selten mehr anzutreffen und namentlich sind in der Neuzeit die Gies-

*) Für schnellen und kräftigen Gang ist eine Liederung von graphitirter Leinwand stets zu empfehlen.

**) Vgl. die ausführlichen Bemerkungen Wedding's a. a. O. S. 69 u. ff.

Digitized by Google

sereien in solcher Mehrzahl mit Ventilatoren betrieben worden, dass sich hier wohl keine concludente Vergleichungen anstellen lassen werden.

Den Regulator anlangend, so hat derselbe bei 17 Fuss Durchmesser $= \delta$, einen Inhalt

$$J = \frac{1}{6} \pi \delta^3 \text{ oder}$$

$$J = 0{,}5236\ \delta^3 \text{ ist}$$

$$= 2572{,}45 \text{ Cubikfuss.}$$

Derselbe verhält sich zum wirklichen Lieferungsquantum an Gebläseluft pro Minute = 2000 Qu.-Fuss wie 129 : 100.

Das Verhältniss soll nach Redtenbacher sein 40—60 : 1, auf das ausgeblasene Luftquantum pro Sekunde bezogen, welches alsdann pro Minute das Verhältniss 66,6 : 100 — 100 : 100 ergeben würde.

Man kann aus den ziemlich weiten Grenzen, die nach verglichenen Resultaten für das Verhältniss des Regulatorvolumens zum minutlichen Windbedarf aufgestellt sind, die Verschiedenheit der darüber herrschenden Prinzipien erkennen. Trotzdem ist aber klar, dass der Regulator auf der k. Eisengiesserei zu Berlin um Bedeutendes grösser ist, als selbst der Maximalwerth jedes Verhältnisses 100 : 100 ergeben würde. Die Einrichtung des Regulators, der vom Maschinenhause aus zugänglich ist, zeichnet sich durch keine besonderen Eigenthümlichkeiten aus.

§. 192. Die eben geschlossene Beschreibung des Cylindergebläses der Kgl. Eisengiesserei zu Berlin — und die gelegentlich seiner Hauptabmessungen angestellten Vergleiche mit anderen Bauausführungen — genügen, um dem Giessereitechniker zur Orientirung in diesem Gebiete behülflich zu sein.

Bauliche Details werden Sache des Maschinenbauers sein, der das Gebläse projectirt und dazu die nöthigen Angaben erhalten muss. Darunter dürfte die eine ganz besonders wichtig sein — nämlich das Verhältniss des Kolbenquerschnittes zu den zweier-

Digitized by Google

lei Ventilen und das Verhältniss derselben untereinander.

Indem man zunächst, wie es weiter oben geschehen ist, den Inhalt des Cylinders feststellt, dabei einen möglichst langsamen Gang der Maschine als Grundlage wählt, also etwa 10—12 Wechsel und nur 70 Proc. Windeffekt rechnet, bestimmt man die Ventile nach den räthlichsten Maassen, da es nicht auf gepressten Wind, sondern auf möglichst grosse Volumina ankommt.

Hat man aber hierbei richtig gewählt, so wird man finden, dass die eigentliche Arbeit den geringsten Theil der Kraft beansprucht und dass der ganze Bewegungsapparat des Cylindergebläses für die ökonomische Seite des Motors um so ungünstiger ist, je langsamer das Werkzeug arbeiten muss.

Darin sind z. Th. die merkwürdigen Erfahrungen begründet, welche man bei der Anwendung von Hochdruckgebläsen zur Erzeugung eines niederen Druckes gemacht hat — wobei es gelegentlich auch vorkam, dass es an Wind dem Volumen nach fehlte, während die Pressung bereits zu hoch gestiegen war und der Wind durch die Ventile der Regulatoren abblies, ohne das Eisen geschmolzen zu haben.

Die Anwendung der Cylindergebläse für Eisengiessereien ist daher stets eine beschränkte und nur da von Vortheil, wo eine gewisse Ueberhitzung des Eisens nothwendig erscheint.

Einige der Berliner Eisengiessereien behaupten, nicht ohne Cylindergebläse arbeiten zu können, während andere bei vollkommen gleicher Leistung nur Ventilatoren benutzen und gegen die erstgenannten wesentlicher Vortheile in ökonomischer Beziehung sich erfreuen.

Einen eclatanten Fall der Art habe ich bereits in meinem Aufsatze über die Eisengiessereien von Berlin (Berg- u. hüttenm. Zeitung 1862) citirt, wo ein einfach gebauter 4 flügliger Ventilator dasselbe leistete, was an einem anderen Orte durch ein nominell 25 Pferde starkes Cylindergebläse kaum erreicht werden konnte.

Digitized by Google

Es wird sich vielleicht noch im Folgenden Veranlassung und Gelegenheit finden, derartige Vergleiche zu wiederholen.

bb) Von den Ventilatoren.

§. 193. Der Ventilator ist nach Redtenbacher's Bezeichnung*) eine Maschine, vermittelst welcher atmosphärische Luft, oder eine andere Gasart, von einem Orte nach einem anderen gebracht, und dabei mehr oder weniger verdichtet wird.

Wenn es wie in unserem Fall auf die continuirliche Lieferung von verdichteter Luft ankommt, so saugt der Ventilator aus dem freien Raum die atmosphärische Luft auf und befördert sie in verdichtetem Zustande nach einem mehr oder weniger geschlossenen Raum, der Windleitung. Dabei ist der Hauptbestandtheil des Centrifugalventilators ein mit Flügeln aus Blech versehenes Rad, das sehr schnell um seine Axe bewegt wird und die Luft von innen nach aussen hin wirft.

Wenn also der Ventilator als Gebläse wirken soll, communicirt der innere Raum des Rades mit der freien atmosphärischen Luft, der äussere Raum dagegen, welcher das Rad umgiebt, mit dem Ort, nach welchem die Luft im verdichteten Zustand gebracht werden soll.

Die Wirkungsart der Maschine besteht in allen Fällen darin, dass durch die schnelle drehende Bewegung des Flügelrades die zwischen den Flügeln befindliche Luft gegen den äusseren Umfang getrieben und daselbst an ihren Bestimmungsort gebracht wird, während gleichzeitig durch die Luftverdünnung, die

*) Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren 1844. S. 198 u. ff.

Allerdings hat Redtenbacher hauptsächlich den von Combes erdachten krummflächigen Ventilator zu Bergbauzwecken im Auge gehabt, giebt aber im Folgenden S. 207 und speciell S. 209 die Daten für die Construktion eines Ventilators zum Betriebe von Cupolöfen, die ich an der betreffenden Stelle vollständig wiederholt habe.

Digitized by Google

in der Nähe der Axe entsteht, neue Luft aus dem Raum eintritt, welcher mit dem inneren Raum des Rades communicirt.

Die ältesten Ventilatoren für Eisengiessereien haben gerade, d. h. ebenflächige Flügel gehabt und man trifft deren auch heute noch an einzelnen Stellen an. Diese Construktionsart ist hinsichtlich des Kraftaufwandes, den der Betrieb erfordert, sehr unvollkommen, weil die Flügel mit extravaganter Geschwindigkeit, wie sich Redtenbacher ausdrückt, gegen die in der Axennähe in das Rad eintretende Luft schlagen, und weil die Luft mit grosser Geschwindigkeit aus dem Rade geschleudert wird.

Es entstehen dadurch, wie später bewiesen werden soll, Luftwirbel an bestimmten Stellen der Maschine und diese veranlassen, ausser einem Kraftverlust, noch das höchst unangenehme und widerwärtige Schlagen der Flügel — woraus ein mit der Geschwindigkeit an Höhe zu- und abnehmender Ton von durchdringender Stärke entsteht, der die Umgebungen der Werkstatt im höchsten Grade belästigt.

In neuester Zeit hat man sich bemüht, durch zweckmässige Krümmung der Schaufeln die erwähnten Fehler zu vermeiden und es sind eine Menge von Ventilatorarten entstanden, welche ein und dasselbe Ziel verfolgen, aber in Construktion und Anordnung wesentlich differiren.

Es empfiehlt sich, zunächst die Arbeiten über Theorie und Construktion der Ventilatoren zu betrachten, die von verschiedenen Verfassern und aus verschiedenen Zeiten herrühren und dann einige der noch jetzt gebräuchlichen Arten speciell zu beschreiben.

Zusammenstellung der theoretischen Arbeiten über den Bau und die Construktion der Ventilatoren.

§. 194. Eine der ältesten Abhandlungen über den Ventilator ist von Saint Léger verfasst und findet sich in den Annales des mines 1837, S. 89. Es wird daselbst eine Reihe von Versuchen beschrieben, welche mit einem zum Betriebe von

Digitized by Google

Cupolöfen dienenden Ventilator angestellt worden sind, wobei insbesondere der Einfluss verschiedener Düsenmündungen und Umgangsgeschwindigkeiten auf die Windpressung beobachtet wurde.

Nach den Mittheilungen von Rittinger*) folgert Saint Léger aus seinen Versuchen folgende Sätze:

1) Bei constantem Düsenquerschnitt ändert sich die Ausflussmenge mit der Umgangsgeschwindigkeit.

2) Bei constanter Umgangsgeschwindigkeit ändert sich die Ausflussmenge gleichmässig mit dem Querschnitt der Düsen.

Auf dieselben Erfahrungssätze gestützt, entwickelt Saint Léger für den versuchten Ventilator eine empirische Formel zur Berechnung der Windmenge.

Er folgert weiter:

3) Bei gleichem Düsenquerschnitt stehen die Pressungen in geraden quadratischen Verhältnissen zu den Umgangszahlen.

4) Die Pressung nimmt dagegen bei gleicher Umgangsgeschwindigkeit in dem Maasse ab, als der Düsenquerschnitt zunimmt.

Bei seinen Versuchen richtete Saint Léger die Düsen einmal gegen die Gluth im Cupolofen und dann in die freie Luft; dabei fand er, dass der Ventilator im letzteren Falle langsamer und schwerer umgehe. Die ursprüngliche Zahl von Umgängen wurde dadurch wieder hergestellt, dass man den Düsenquerschnitt um 19 Proc. verringerte. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung liegt nach Rittinger darin, dass beim Blasen in die Gluth durch das vorliegende Brennmaterial der Düsenquerschnitt sich verkleinert und daher weniger Wind in Bewegung versetzt, also auch weniger Kraft consumirt wird.

5) Werden einige Düsen geschlossen, so ist die daran beobachtete Pressung stets grösser als an der offenen Düse. Es findet in jenen jeden-

*) Centrifugalventilatoren und Centrifugalpumpen etc. von P. Rittinger. S. 268 — §. 64. — Wien 1858.

Digitized by Google

falls keine Stauung des Windes, in der letzteren wohl eine durch Wirbel des ausgetretenen Luftstroms hervorgerufene Verdünnung statt, welche eine geringere Pressung zur Folge hat, als im gesammten Apparate herrscht.

Die Versuche und Resultate Saint Léger's sind auch in Flachat's traité de la fabrication du fer et de la fonte, 1842, vol. I., S. 358, aufgenommen.

§. 195. Die Versuche M. Cadiat's mit Ventilatoren schliessen sich den Arbeiten desselben Ingenieurs über Turbinen an und sind von Armengaud ainé in seiner Publication industrielle etc., 1842, angeführt worden.

Bei diesen Versuchen wurde besonders der Einfluss beobachtet, den der grössere oder geringere Anschluss der Flügel an ein concentrisches Gehäuse auf die Leistung des Ventilators ausübt.

Aus seinen Erfahrungen zieht Cadiat folgende Schlüsse, die den Lesern dieses Werkes gewiss von Interesse sein werden:

1) Der Anschluss des Flügelrades an den Mantel ist nicht nothwendig; letzterer kann das Flügelrad in einem beliebigen Abstande concentrisch umschliessen.

Diese eigenthümliche Erfahrung ist vielfach erst in neuester Zeit beachtet worden, wo man durch das störende Gesumme der Ventilatoren aufmerksam gemacht, ein Tangiren des Radumkreises und des Mantels, selbst nur an einem Punkte, nicht mehr für nothwendig zu halten anfing.

2) Die Wirkung wird am grössten, wenn die Ausströmungsöffnung $0{,}40$—$0{,}60$ einer Flügelfläche beträgt.

3) Die Wirkungen wachsen im kubischen Verhältniss der Umgänge.

Wenn man die Wirkungen als Produkte von Ausflussmenge und Pressung ansieht, stimmt dieser Satz mit den von St. Léger gefundenen überein.

§. 196. Von Interesse sind zunächst die Arbeiten von Emile Dollfuss in dem Bulletin de la

Digitized by Google

société industrielle de Mulhouse, 1843, Nr. 81 u. 82.*) In dem Bericht, den er im Namen des Comité für Mechanik im dortigen Gewerbeverein erstattete, stellt er die Resultate seiner zahlreichen Versuche dar, die er mit zwei Ventilatoren von 0,4 und 0,6 Met. Durchmesser abgeführt hatte. Diese Ventilatoren waren eigens zu diesen Versuchen construirt und so gebaut, dass mittelst sinnreicher Einrichtungen sich alle einzelnen Grössen daran leicht abändern liessen.

Die Veranlassung zu diesen Versuchen gab ein Mémoire, welches in Folge der im Jahre 1841 vom dortigen Gewerbeverein ausgeschriebenen Preisaufgabe über Ventilatoren diesem eingeschickt wurde. In seinem Programm motivirt der Verein die Ausschreibung ausdrücklich damit, dass die Theorie des Ventilators eine noch sehr mangelhafte sei, ferner, dass über den Effekt dieser Maschine noch zu wenig Erfahrungen vorliegen, und dass dieselbe noch einer mehrfachen Verbesserung fähig erscheine.

Der Zweck der Dollfuss'schen Versuche war die Prüfung der in diesem Mémoire aufgestellten Daten über die besten Construktionsverhältnisse der Ventilatoren und es wurde in Folge und auf Grund der durch Dollfuss ausgeführten Versuche das eingesendete Mémoire nicht prämiirt.

Die von Dollfuss ermittelten Construktionsregeln für Ventilatoren sind nachstehend zusammengefasst:

1) Es sind zwei Saugöffnungen im Gehäuse anzubringen und der Durchmesser einer jeden soll 62 Proc. vom Durchmesser des Flügelrades betragen.

Dabei wurde eine etwas elliptische, mit der längeren Achse gegen den Blasehals gerichtete Form der Saugöffnung als vortheilhaft befunden.

2) Die Breite des Flügelrades soll 1,5mal so gross sein, als der Durchmesser des Flügelrades und man kann damit bis auf das 0,8-fache herabgehen.

---

*) cf. Rittinger, S. 270.

Digitized by Google

Gut ist es, wenn sich die Flügel dabei ihrer ganzen Breite nach an die Seitenwände des Gehäuses möglichst anschliessen.

3) Die Breite der Blaseöffnung ist jener des Flügelrades gleich zu halten; die sogenannte Excentricität, d. h. der grösste Abstand des Mantels von der Flügelperipherie, soll 0,8, die Höhe des Blasehalses dagegen 1,4 des Flügelraddurchmessers betragen.

Dabei schliesst sich der des Mantels einerseits an die obere Fläche des Blasehalses scharf an und geht spiralförmig in die untere Fläche des Blasehalses über. Der tiefste Punkt der Flügelradperipherie liegt hiernach noch um 0,6 der obengenannten Grunddimension tiefer, als die obere Fläche des Blasehalses.

4) Die Zahl der Flügel ist so zu wählen, dass sie an der äusseren Peripherie des Flügelrades 0,21 Met. von einander stehen, so dass die Grösse der einzelnen Flächen hiernach eine constante Grösse bilden würde.

5) Die Länge der Flügel wird auf das 0,55-fache des Flügelraddurchmessers festgestellt; es liegen demnach die inneren Flügelkanten in der Peripherie eines Kreises von dem 0,45fachen Durchmesser des Flügelrades. Mithin ist dieser innere Kreis kleiner als die Einströmungsöffnung der Luft.

6) Im Bezug auf Gestalt und Stellung der Flügel wurde ermittelt, dass die von der inneren Peripherie radial auslaufenden und gegen die äussere Peripherie etwas concav geformten die besten sind; man kann sie als vorwärts gekrümmt bezeichnen.

Ausser diesen bestimmten Resultaten wurde noch festgestellt, dass die Pressungen der Luft im quadratischen Verhältniss mit der Zahl der Umgänge zunehmen.

Eine andere, für die Praxis des Giessereibetriebes ausserordentlich wichtige Ermittelung war noch folgende:

Mit der zunehmenden Länge der Windleitung nimmt unter sonst gleichen Umständen die nothwendige Betriebskraft ab; denn durch

Digitized by Google

Verlängerung der Windleitung wird die Pressung, und daher auch die Windmenge, und mit dieser auch die Betriebskraft kleiner.

§. 197. Der nächste, der die Ventilatoren einer gründlichen, obwohl zumeist theoretischen Untersuchung würdigte und zuerst eine richtige Auffassung des Durchganges der Luft durch diese Apparate aussprach, war F. Redtenbacher, dessen Definitionen die Einleitung in dieses Kapitel bilden und auf dessen Calcül Rittinger und Andere fortgebaut haben.

Indem Redtenbacher das reiche Material zu benutzen verstand, welches ihm seine mannigfachen Untersuchungen über die Turbinen zur Disposition stellten, gelang es ihm, einige Fundamentalsätze aufzustellen und zu beweisen, auf welche sich theoretische Speculationen von einiger Zuverlässigkeit gründen liessen.

Ohne uns in seine Rechnungen zu verlieren, wegen deren Entwickelung das Studium seines Hauptwerks nicht zu umgehen ist, wollen wir doch die nach den abstracten Resultaten construirten Annäherungsformeln mittheilen, welche er für blasende Ventilatoren ohne Leitschaufeln aufgestellt hat.

Für einzelne Grössen seiner complicirteren Formeln bestimmte Werthe einführend, vereinfacht er erstere für den praktischen Gebrauch, indem er die folgenden Voraussetzungen macht.

Den Winkel α, unter welchem die eintretende Luft die innere Peripherie des Rades trifft, nimmt er $= 90^0$ an, lässt also die Luft radial in das Rad eintreten; — den Winkel β, unter dem die Radkurven die innere Peripherie des Rades schneiden, bestimmt er auf 6^0. — Das Verhältniss f zwischen der relativen Geschwindigkeit der Luft beim Austritt aus dem Rad u_1 und der absoluten Geschwindigkeit des äusseren Radumfanges $v_1 = \frac{u_1}{v_1}$ setzt er gleich — 0,6 fest; den Ausdruck log. nat. $\frac{P}{p_1}$ verwandelt er in $-\left(1-\frac{P}{p_1}\right)$,

Digitized by Google

wobei P den gewöhnlichen Luftdruck auf 1 Qu.-Meter und p_1 die Spannung beim Austritt aus dem Ventilator, ebenfalls auf 1 Qu.-Meter bezogen, bedeutet. Die Temperatur der Luft Θ ist $= 12^0$ angenommen; der Coefficient μ, der zur Ermittelung des Gewichts μp von 1 Cubikmeter Luft bei Θ^0. und einer Pressung p gebraucht wird $\left(\mu p = \frac{p}{10335} \cdot \frac{1+3}{1+0{,}00375\,\Theta}\right)$, würde $= \frac{1}{8307}$.

Ausserdem bezeichnen:

N die Zahl der Umdrehungen,
U Geschwindigkeit der Luft beim Eintritt in den Ventilator,
p_2 Spannung der Luft am inneren Umfang des Rades,
Ω_2 Summe der Querschnitte der Radkanäle am inneren Umfang,
Ω_1 Summe der Querschnitte derselben am äusseren Umfang,
Ω Querschnitt der Eintrittsöffnung,
R_2 innerer Radius, R_1 äusserer Radius } des Flügelrades,
E den Arbeitswerth der Maschine in Kilogrammetern pro Sekunde,
L Luftmenge in Kilogrammen per Sekunde.

§. 198. Die Annäherungsformeln Redtenbacher's sind folgende:

$v_1 = 323 \sqrt{1 - \frac{P}{p_1}}$	= Peripheriegeschwindigkeit des Flügelrades,
$N = 9{,}548 \frac{v_1}{R_1}$	= Umdrehungszahl,
$U = 34{,} \frac{R_2}{R_1} \sqrt{1 - \frac{P}{p_1}}$	= Geschwindigkeit des Lufteintritts in den Ventilator,
p_2	= sehr nahe P,

Digitized by Google

$\frac{\Omega_2}{\Omega} = 0{,}1,$	Verhältniss 10 : 1 zwischen Lufteinströmungsöffnung u. Summe der innern Oeffnungen am Schaufelrade,
$\frac{\Omega_1}{\Omega} = 0{,}175\ \frac{R_2}{R_1}\left(\frac{P}{p_1}\right),$	Verhältniss zwischen Ausströmungsöffnung des Rades und der Einströmungsöffnung in das Gehäuse.
$E = 10384\ L\ .\left(1-\frac{P}{p_1}\right),$	Arbeitswerth der Maschine.

Wie diese Formeln zur Bestimmung der Dimensionen der Maschine benutzt werden, wird im folgenden Paragraphen gezeigt. Da indessen die Halbmesser R_2 und R_1 noch unbestimmt gelassen worden sind, so sind Nebenbetrachtungen anzustellen, um zu passenden Regeln für diese Dimensionen zu gelangen. Die Grösse des Ventilators, welche durch R_1 vorzugsweise bestimmt wird, richtet sich nach der Luftmenge, welche eingesaugt und ausgeblasen werden soll.

Macht man das Rad zu klein, so muss die Luft mit grosser Geschwindigkeit in dasselbe strömen; man findet dann nicht Raum genug, um den Austrittsöffnungen die nothwendige Grösse zu geben und die Geschwindigkeit des Rades wird ausserordentlich gross.

Macht man das Rad sehr klein, so erhält die Maschine unpraktische Verhältnisse, indem z. B. die Dimensionen der Austrittsöffnungen gegen den Radhalbmesser fast verschwindend klein ausfallen.

Nach den von Redtenbacher bei der Halbmesserbestimmung der Turbinen aufgestellten Grundsätzen kann man für die Berechnung von R_1 die Formel

$$R_1 = 0{,}35\ \sqrt{L}$$ und

für das Verhältniss $\frac{R_2}{R_1}$ den Werth 7/8 nehmen, so dass $R_2 = 7/8\ R_1$ sein würde.

§. 199. Auf Taf. XI. des Redtenbacher'schen

Digitized by Google

Atlasses ist ein Ventilator abgebildet, an dem die Verwerthung der eben aufgestellten Näherungsformeln deutlich gemacht wird.*) Der Ventilator ist für eine Pressung von 12 Kubikmeter Wasser und ein Luftquantum von 1 Kubikmeter pro Sekunde berechnet — würde also für 2 – 3 Cupolöfen eine ausreichende Menge Wind liefern.

Das Rad ist mit vier gekrümmten Flächen aus Eisenblech versehen, die in zwei ringförmigen Kronen von demselben Material eingenietet und mit Schrauben an die Nerven des scheibenförmigen gusseisernen Radkörpers befestigt sind.

Die Einhüllung wird durch zwei gusseiserne Schilde und die cylindrische Umhüllungsfläche von Eisenblech gebildet.

Die Schilde haben in der Mitte runde Oeffnungen mit abgerundeten, nach auswärts gekrümmten Rändern, durch welche die Luft von beiden Seiten in die Maschine tritt. Die blechene Umhüllungsfläche ist nicht vollkommen cylindrisch, sondern nach einer Spirallinie gekrümmt, welche oberhalb des Windauslasses den Radumfang fast berührt, sich aber allmählich von demselben entfernt und zuletzt unterhalb des Rades in einen horizontalen Canal übergeht, welcher die Windleitung bildet.

Diese Form ist aus dem bekannten, von Redtenbacher überaus klar entwickelten Grunde gewählt worden.

„Die absolute Richtung, nach welcher die Luft aus dem Rade austritt, stimmt mit der Richtung der Bewegung desselben überein, weil die absolute Umfangsgeschwindigkeit v_1 des Rades grösser ist, als die relative Geschwindigkeit der Luft gegen die Radcanäle. Da also an allen Punkten u_1 des Radumfangs nach der Richtung seiner Bewegung Luft ausströmt, so muss sich dieselbe von dem Berührungspunkte der Umhüllung und des Rades an immer mehr und mehr

*) Vgl. die Abbildungen Fig. 2, 3, 4 auf der beiliegenden Taf. XVII.

Digitized by Google

ansammeln, daher muss die Weite des äusseren Umfangcanales fortwährend zunehmen, wenn die Luft in dem Zustande der Pressung verbleiben soll, in welchem sie austritt. Dieses führt aber, wie man sieht, zu der spiralförmigen Gestalt der Umhüllungsfläche."

Die Befestigung der Schilde mit der Umhüllungsfläche geschieht auf folgende Art. An dem Umfange jedes Schildes sind in einem kleinen Abstand von einander zwei parallele, über die Innenfläche des Schildes hervorragende Ränder angegossen. Mit diesen fassen die Schilde die Ränder der Umhüllung und sind mit 6 Schrauben fest zusammengezogen.

Die Achse des Rades, auf welche der Radkörper mit einer Hülse angesteckt und mit zwei Stiften befestigt ist, dreht sich in zwei Lagerhülsen, von denen jede durch drei an die Oeffnung eines Schildes angegossene Arme mit linsenförmigem Querschnitt gehalten wird. Auf einer Seite der Maschine ist auf die Achse eine kleine Treibrolle gekeilt.

§. 200. Der Ventilator wird nach den oben (§. 197) angegebenen Formeln, wie folgt, berechnet. Die Daten zur Berechnung sind:

L = Luftmenge, welche die Maschine pro Sekunde liefern soll, 1,3 Kilo.

P = Druck der atmosphärischen Luft auf 1 Quadr.-Meter 10335 Kilo.

p_1 = Druck der Luft in der Windleitung $= 10335 + 120 = 10455$ Kilo.

$\frac{p_1}{P} = \ldots\ldots\ldots\ldots = 1{,}012$ „

$f = \frac{u_1}{v_1}$, Verhältniss zwischen der relativen Geschwindigkeit der Luft gegen die Radkurven und der absoluten Umfangsgeschwindigkeit des Rades $= 0{,}6$.

β = Winkel, unter welchem die Radkurven den inneren Radumfang schneiden $= 6^0$.

Unter diesen Voraussetzungen findet man aus den Gleichungen §. 197:

Digitized by Google

v_1 = 55 Meter,
u_1 = 33 „
$v_1 - u_1$ = 22 „
U = 4,98 „
$\frac{\Omega_2}{\Omega}$ = 0,1 (wie oben),
$\frac{\Omega_1}{\Omega}$ = 0,1492,
R_1 = 0,4,
R_2 = 0,35,
N = 1313 Umdrehungen,
E = 160 Kil.-Meter oder nahezu 2 Pferdekräfte.

§. 201. Mit den erhaltenen Resultaten kann nun die Verzeichnung des Ventilators geschehen.

Um dem Rade passende Verhältnisse zu geben, nehme man die Höhe δ_1 der Austrittsöffnungen halb so gross an, als den Halbmesser R_1; setze also

$$\delta_1 = \frac{R_1}{2} = 0{,}2.$$

Zu Berechnung der Weite s_1 (Länge der von dem äusseren Endpunkte einer Schaufelkurve auf die nächstfolgenden gerichteten Normalen) der Ausströmungsöffnungen, muss man erst Ω_1 bestimmen. Es ist

$$\Omega_1 = \frac{L}{p_1 \mu u_1} = \frac{1{,}3 \times 8307}{10455 \times 33} = 0{,}0321 \text{ Qu.-Meter.}$$

Da das Rad vier Kanäle hat, so ist die Oeffnung eines derselben $= \frac{\Omega_1}{4} = 0{,}008$ Quadratmeter und da die Höhe einer Oeffnung $= \delta_1 = 0{,}2$ Meter gefunden wurde, ist

$$s_1 = \frac{0{,}008}{0{,}2} = 0{,}04 \text{ Meter.}$$

Mit diesen Werthen von s_1 und δ_1 kann man nun das Rad verzeichnen, indem man die gefundene Weite s_1 vor dem Endpunkte einer Kurve radial einwärts aufträgt und durch den erhaltenen Punkt, sowie durch den Endpunkt der vorausgehenden Kurve einen Kreisbogen beschreibt. Hierdurch ist eine Radkurve be-

Digitized by Google

stimmt und die übrigen ergeben sich auf gleiche Weise. Dabei versteht sich von selbst, dass die Entfernung der Radkronen um die Dicke der mittleren Scheibe des Rades grösser sein muss, als der oben berechnete Werth von $\delta_1 = 0{,}2$.

Aus den berechneten Werthen von $\frac{\Omega_1}{\Omega}$ und Ω_1 folgt $\Omega = \frac{\Omega_1}{0{,}1492} = 0{,}2151$.

Da aber $\Omega = 2\,R_2\,\pi\,\delta$ (δ = Höhe der Eintrittsöffnungen in das Rad), so muss $\delta = \frac{\Omega}{2R_2\pi} = 0{,}0977$ Meter betragen, also nur ca. halb soviel als δ_1, welches $= 0{,}2$ Meter ist.

Theoretisch müssten also die Kronen des Rades innen 0,0977 Meter, aussen 0,2 Meter von einander entfernt sein; eine Construktion, die Redtenbacher selbst als complicirt angesehen haben muss. Die Höhe der Kanäle ist wenigstens in seiner Zeichnung unveränderlich $= \delta_1 = 0{,}2$ angenommen worden.

In Betreff der Windleitung, in die die Radumhüllung übergeht, so ist dieselbe 0,2 Meter hoch und 0,2 Meter breit; ihr Querschnitt ist demnach 0,04 Quadratmeter, und nicht viel grösser als die Summe $\Omega_1 = 0{,}032$ Quadratmeter der Querschnitte der Austrittsöffnungen.

Die Geschwindigkeit $v_1 - u_1 = 22$ Meter, mit welcher die Luft aus dem Rade nach der Richtung seiner Bewegung austritt, wird daher bei dem Uebertritte in die Windleitung nur wenig geschwächt.

Die Bedingung $\frac{\Omega_2}{\Omega} = 0{,}1$ kann leicht erfüllt werden, wenn jede Radkurve so weit fortgeführt wird, bis $s_2 = 0{,}0549$ wird.

Aus der Gleichung $\frac{\Omega_2}{\Omega} = \frac{i_1\,s_2\,\delta}{2R_2\,\pi\,\delta} = 0{,}1$ folgt für $R^2 = 0{,}35$,

Digitized by Google

i_1 (Zahl der Flügel, resp. der Oeffnungen) = 4,
s_2 = 0,0549 Meter.*)

§. 202. Fast gleichzeitig mit Redtenbacher veröffentlichte P. Tunner in seiner „Stabeisen- und Stahlbereitung, 1846" einige Angaben über Ventilatoren, denen wir Folgendes entnehmen.

Auf Seite 177 und 178 bespricht der Verfasser hauptsächlich die Betriebsumstände der Ventilatoren und die Grenzen ihrer nützlichen Anwendbarkeit. Er zieht dieselben ziemlich enge und sagt (Seite 178):

„Das einfache, wenig kostspielige, wenig Raum fordernde, leicht zu übertragende, und in dieser Beziehung sehr zu empfehlende Centrifugalgebläse wird nur dann an seinem Platze sein, wenn für's Erste keine hohe Windpressung (nicht über 8—12 Zoll Wassersäule) und für's Zweite eine grosse Windmenge (nicht viel unter 1000 Cubikfuss pro Minute) erforderlich sind."

Diese ausserordentlich treffenden und für den Cupolofenbetrieb besonders wichtigen Gedanken können nicht genug betont werden, nur muss in Betreff des zweiten Punkts, der Windmenge, bemerkt werden, dass Tunner die Anwendbarkeit der Ventilatoren zum Frischfeuerbetrieb im Auge hat, bei welchen dieselben nicht genügend ausgenutzt werden können.

Für Giessereien dagegen kann man das verlangte Verbrauchsquantum vollständig consumiren, so dass sich in diesem Betriebszweig die günstigste Ausnutzung für Ventilatoren ergeben muss.

Von Interesse sind die von Tunner in einer längeren Anmerkung beigebrachten Versuchsresultate bei

*) Ich habe mich der Angaben Redtenbacher's beinahe wörtlich bedient, da sie keine weitere Abkürzung zuliessen; Erläuterungen, die eingefügt worden sind, beziehen sich nur auf Grössen und Verhältnisse, welche den von den Turbinen handelnden Hauptabschnitten des Redtenbacher'schen Werks entnommen und nicht ganz verständlich waren.

Digitized by Google

einem von Bollinger in Wien erbauten Ventilator, mit dem von Seiten Burg's experimentirt worden ist.

Dieser Ventilator hatte sechs leichtgekrümmte Blechflügel von 11 1/4 Zoll Breite (österr. Maass) und, nach der Sehne gemessen, 9 1/2 Zoll Länge; die Flügel standen nicht radial, sondern um 30° gegen den Radius geneigt; sie liefen in dem cylindrischen Gehäuse von 33° Durchmesser und 11 1/2 Zoll Breite excentrisch um, indem sich der Flügelkreis dem Gehäuse in der Nähe der Ausmündung bis fast auf 1/2 Zoll näherte, während er auf der entgegengesetzten Seite davon um 3 1/4 Zoll entfernt blieb.

Der Ausströmungscanal hatte durchaus 11 1/2 Zoll Breite, und unmittelbar am Gehäuse 9 1/4 Zoll in der Höhe, welche sich auf die Länge des Canals von 5 Fuss 10 Zoll allmählich bis auf 5 Zoll verminderte. Die beiden Einströmungsöffnungen hatten Anfangs 6 Zoll im Durchmesser, wurden aber im Verlauf der Versuche nach und nach bis auf 10 Zoll Durchmesser vergrössert.

§. 203. Die Resultate der Versuche sind im Nachstehenden in geordneter Reihe zusammengestellt, wie sie Tunner aufgeführt hat.

Erster Versuch. Einströmungsöffnungen 6 Zoll Durchmesser, — Ausströmungsöffnung mit einem Schieber ganz geschlossen und in diesem der Windmesser angebracht. Bei 800 Drehungen der Flügel pro Minute schwankt die Höhe der Quecksilbersäule im Windmesser von 3/8 — 4/8 Zoll.

Zweiter Versuch. Dieselben Umstände, nur bei gesteigerter Umlaufszahl, welche 990 Drehungen pro Minute beträgt; der Windmesser mit Wassersäule, der dieses Mal gewählt wurde, zeigte 5 1/2 Zoll.

Dritter Versuch. Der Durchmesser der Einströmungsöffnungen wurde von 6 auf 8 Zoll vergrössert und die Zahl der Umläufe auf 1100 pro Minute gesteigert; dabei betrug die Höhe der Wassersäule im Windmesser 5 Zoll 7 Linien.

Vierter Versuch. Unter Beibehaltung der vorerwähnten Verhältnisse wurden 1056 Umdrehungen

Digitized by Google

pro Minute gegeben und die Windpressung, diesesmal wieder in Quecksilber gemessen, betrug $^1/_2$ Zoll.

Fünfter Versuch. Alle Umstände blieben dieselben wie beim vorhergehenden Versuch, und wurde der Windmesser 7 Zoll hinter dem Schieber in der Seitenwand des Ausströmungscanales angebracht; dabei blieb die Höhe der Quecksilbersäule eine constante.

Sechster Versuch. Die Einströmungsöffnungen wurden im Durchmesser auf 10 Zoll erweitert und den Flügeln circa 1050 Umläufe pro Minute gegeben; die Ausströmungsöffnung war zuerst vollständig geöffnet und wurde nach und nach verkleinert und endlich ganz geschlossen, ohne dass dadurch eine merkbare Aenderung in dem Stand des seitlich angebrachten Quecksilberwindmessers, der fortwährend $^3/_8$ Zoll zeigte, eingetreten wäre.*)

Siebenter Versuch. Unter denselben Verhältnissen, wie beim sechsten Versuche wurde der Windmesser wieder vorn im Schieber angebracht, wobei die Quecksilbersäule die vorige Höhe von $^3/_8$ Z. behielt.

Achter Versuch. Die Umlaufszahl der Flügel wurde allmählich von 700 auf 1000 gebracht; dabei stieg die Wassersäule des Windmessers von 3 auf 5 Zoll.

Tunner bemerkt hierzu wörtlich:

„Diese allerdings nicht erschöpfenden Versuche „beweisen gleichwohl das für die Praxis wichtige Er„gebniss, dass man bei der Ausführung hinsichtlich der „Verhältnisse der einzelnen Theile des Ventilators nichts „weniger als sehr ängstlich zu sein brauche, indem „selbst bedeutende Abweichungen hierin, nach diesen „Versuchen beinahe noch ganz dieselben Resultate „liefern.

„Ausserdem zeigen diese Versuche auch die „wichtige Thatsache, dass bis zu einer gewis„sen Grenze es völlig gleichgültig ist, ein oder „mehrere Feuer (Schmiedeessen, Cupolöfen etc.) zu

*) Diese Behauptung ist entschieden falsch, wenigstens in ihrer obigen Fassung, was auch Tunner (a. a. O. S. 180) durch ein Fragezeichen angedeutet hat.

Digitized by Google

„bedienen; immer ist die Windmenge und Pressung „sehr nahe dieselbe, so, dass also immer genau nach „dem Bedarf wenig oder viel atmosphärische Luft nach„strömt, und diese durch die Ausströmungsöffnung mit „einer bestimmten, mehr von der Geschwindigkeit der „Flügel, als der nachgeströmten Luftmenge abhängigen „Pressung hinausgetrieben wird."

§. 204. Ausser diesen Versuchsresultaten giebt Tunner noch einige praktische Regeln, die den Bau wie den Betrieb der Ventilatoren betreffen und hier im Auszug wenigstens mitgetheilt werden sollen.

Die vortheilhafteste Flügelgestalt für die Ausnutzung der Betriebskraft wäre darnach die quadratische, wobei darauf zu sehen ist, dass möglichst wenig Spielraum zwischen Gehäusewand und Flügelrand übrig bleibe.

Nur bei hohem Drucke ist eine grössere Höhe und geringere Breite der Windflügel zu empfehlen — weil der Widerstand mit der Breite der Flügel wächst, ohne das Quantum zu beeinträchtigen. Der Querschnitt der Ausströmungsöffnung muss in einem bestimmten Verhältniss zur Flügelfläche stehen, weil bei Verringerung desselben die Widerstände unnöthig wachsen, bei einer Vergrösserung aber der Effekt beeinträchtigt wird.

Bei der Anlage eines Ventilators sei deshalb in folgender Weise vorzugehen:

Vorerst bestimme man die Summe der Querschnittsflächen aller Düsenmündungen, die im äussersten Falle mit Wind zu versorgen sein könnten; dieser Summe entsprechend oder nur um Weniges grösser, darf die Fläche der Ausströmungsöffnung im Ventilator sein und ebenfalls entsprechen muss derselben Grösse die Flügelfläche des Ventilators.

Wenn die Breite des Ventilatorgehäuses aus irgend einem Grunde bereits gegeben wäre, so müsste darnach die Höhe der Ausströmungsöffnung berechnet werden, um den geforderten Querschnitt zu erhalten.

Kleiner als die Summe der Düsenquerschnitte darf sowohl die Ausströmungsöffnung, als auch die Flügelfläche keinesfalls sein, weil dadurch an den Düsen selbst Effektverluste stattfinden, die zu einer sehr ge-

Digitized by Google

steigerten Leistung des Motors gebieterisch Veranlassung geben würden.

Ueber die Anlage der Windleitung sagt Tunner, dass eine Verengung derselben bis vor die Düsen entschieden vermieden werden müsse; wogegen Erweiterungen derselben, sowie ein grösserer Durchmesser des Ventilatorgehäuses nicht nachtheilig seien, sondern durch verminderte Reibung an den Wänden nur vortheilhaft sich erwiesen.

Als Beweis seiner Behauptungen in Betreff der Leistungsfähigkeit eines Ventilators führt Tunner an, dass ein 4flügliger Ventilator zu Greenwich bei London bei 29zölligem concentrischen Gehäuse und 10 Zoll Breite in der Minute 1600 Umdrehungen machte und 2 dreiförmige Cupolöfen mit Wind versorgte. Jede der 6 Düsenöffnungen hatte $4^1/_2$ Zoll Durchmesser und der Gesammtquerschnitt sämmtlicher Ausströmungsöffnungen berechnet sich hiernach auf 95 Quadratzoll.

Der Windkanal war beim Anschluss des Gehäuses 10 Zoll breit und 9 Zoll hoch, erweiterte sich aber unweit davon bis auf 2 Quadratfuss Querschnitt.

Die Windpressung bei den Düsen war etwas über 5 Zoll Wassersäulenhöhe.

§. 205. Eine grössere Reihe von Versuchen hat Buckle auf der Brigdewater Foundry angestellt, um zu ermitteln, unter welchen Verhältnissen ein Windradgebläse die grösste Luftmenge in erforderlicher Spannung mit dem geringsten Kraftaufwande liefert und hat diese Versuche der Institution of mechanical Engineers zu Birmingham am 28. April 1847 mitgetheilt.*)

Aus einer tabellarischen Zusammenstellung der 32 betreffenden Versuche geht hervor, dass der grösste Nutzeffekt eintritt, wenn der Ventilator zwei Sauge-

*) Vergl. Berg- u. Hüttenm. Zeitung, Bd. 7, 1848, S. 113 und Bergwerksfreund, Bd. 12, S. 53. — Rittinger bespricht diese Resultate auf S. 273 seines oben citirten Specialwerkes und führt an, dass dieselben auch im Ingenieur von Bornemann und Brückmann, 1848, S. 86, aufgenommen sind.

Digitized by Google

öffnungen von dem Halbmesser $R_0 = 0{,}40\ R_2$ (Radius des Gehäuses) besitzt. Buckle empfiehlt indessen, $R_0 = 0{,}50\ R_2$ zu nehmen (um die Reibung der eintretenden Luft noch etwas zu vermindern). Ferner soll die Breite $B = 0{,}5\ R_2$ werden, die sogenannte Excentricität $= 0{,}20\ R_2$ und die Höhe des Blaschalses $= 0{,}5\ R_2$ gehalten werden.

Dabei wird es noch als erwünscht bezeichnet, dass die innere Flügelperipherie mit der Peripherie der Saugöffnung zusammenfalle.

Bei geschlossenen Düsenmündungen ergab sich, dass sich die Manometerhöhen wie die Quadrate der Umgangszahlen verhalten; zugleich ist die, der erzielten Pressung entsprechende Ausflussgeschwindigkeit gleich der Peripheriegeschwindigkeit der Flügel.

Die Länge des Windrohres erwies sich als ohne Einfluss auf die Pressung, wenn demselben nur die gehörige Weite gegeben wird.

Das zu den Versuchen benutzte Rad hatte 3 Fuss 11 Zoll Durchmesser ($2\ R_2$), $10^3/_4$ Zoll Breite (B) und 14 Zoll Flügellänge; die 5 Flügel sind um je 6° gegen den Durchmesser geneigt.

Die Einlassöffnung hat $17^1/_2$ Zoll Weite, wurde aber während der verschiedenen Versuchsstadien auf 12, später auf 6 Zoll zusammengezogen.

Die Ausströmungsöffnung war 12 Zoll breit und 12 Zoll hoch; der Zwischenraum zwischen den Flügelenden und dem Gehäuse beträgt an der Ausströmungsöffnung $^1/_4$ Zoll und wächst bis zu $3^1/_2$ Zoll vertikal unter der Axe.

Von Interesse ist eine Bemerkung von Jones bei der Diskussion der Buckle'schen Resultate, wonach gewöhnlich die Wirkung der Ventilatoren deshalb zurückbleibt, weil man zu kleine Ein- und Ausströmungsöffnungen construirt.

Besonders wichtig erscheint ihm demnächst das genaue Aequilibriren des Flügelrades auf der Axe und eine sorgfältige Kraftübertragung, so dass der Riemen weder zu stark gepresst aufliegt, noch auch gleiten kann.

Mit zwei Ventilatoren der Bridgewater Foundry

Digitized by Google

wurden schon damals täglich 50—60 Tons = 1000 bis 1200 Ctr. Eisen (also stündlich 5—6 Tons oder 100 bis 120 Ctr.) mit 208 Pfd. Kokes die Tonne (oder 10,4 Pfd. pro 100 Pfd. Roheisen) geschmolzen und nebenher noch 50 Schmiedefeuer versorgt. Dabei betrug die bewegende Kraft nur 8 Pferde und die (nominelle) Stärke der Betriebsmaschine 12 Pferdekraft; diese bewegten zunächst eine Welle mit 73 Umgängen pro Minute und von dieser wird die Bewegung durch einen 7zölligen Guttaperchariemen auf die Scheiben der Ventilatoren übertragen und denselben 750 Touren pro Minute gegeben (bei $10^1/_2$ Loth pro Quadratzoll). (Zwei Scheiben pro Ventilator sollen sich besser bewähren als eine.) Die Einströmungsöffnungen haben 2 Fuss 4 Zoll Durchmesser; die Abzugsöffnungen sind 12 Zoll hoch, 24 Zoll breit und führen in eine 2 Fuss 9 Zoll weite und 1 Fuss 9 Zoll hohe Windleitung, die ihrerseits wieder in einen Windkasten unter dem Cupolofen mündet, der 18 Fuss lang, 7 Fuss breit und 4 Fuss tief ist. Von diesem Reservoir aus sind die 6 Zoll weiten Düsenapparate nach den Formen gelegt und angeordnet.

§. 206. Ausser einigen Autoren, welche in der Zwischenzeit vereinzelte Notizen über Ventilatoren und deren Betrieb gegeben, begegnen wir zunächst dem ausführlicheren Abschnitt, den Scheerer im 1. Theil seiner leider unvollendeten Hüttenkunde, S. 435 — über Ventilatoren geschrieben hat und in welchem er hauptsächlich die Arbeiten Cadiat's benutzt, die bereits Seite 580 dieser Schrift erwähnt worden sind.

Ausser diesen führt Scheerer noch die Arbeiten von Sabloukoff und Letoret an, obwohl deren Tendenz mehr auf die Erforschung der günstigsten Verhältnisse für saugende Ventilatoren gerichtet ist und die Construktion der blasenden Apparate derselben Gattung nur beiläufig berührt.

Scheerer sagt S. 437 wörtlich:

So einfach der Mechanismus und die Wirkungsart dieser Gebläse zu sein scheinen, ist man gleich-

Digitized by Google

wohl hinsichtlich ihrer zweckmässigen Construktion noch keineswegs im Klaren. Nur soviel dürfte gewiss sein, dass folgende Punkte hierbei eine wesentliche Rolle spielen:

1) Die Grösse der Excentricität der Flügelwelle in Bezug auf die Peripherie des Gehäuses.

2) Die Anzahl der Flügel. Die gewöhnliche ist 4 bis 6.

3) Die Gestalt und Grösse der Flügel; letzteres besonders in Bezug auf die Oberfläche der Flügelbretter.

4) Die Grösse der Einsaugeöffnungen.

5) Die Querschnittsgrösse des Windleitungskanals.

6) Die Grösse der Ausströmungs-(Düsen-)Oeffnung.

Ausser den Cadiat'schen Resultaten findet sich nichts auf die gegenseitigen Verhältnisse dieser Abmessungen Bezügliches mitgetheilt; beschrieben werden vorher ein Ventilator mit 4 graden und einer mit 8 gekrümmten Flügeln und Leitcurven für den austretenden Luftstrom, ohne indessen bestimmte Maasse oder Verhältnisse anzudeuten.

§. 207. Eine sehr ausführliche Arbeit über Berechnung und Construktion der Ventilatoren ist von Wiebe verfasst und seinem Werke über die Maschinenbaumaterialien und ihre Bearbeitung*) einverleibt worden, obgleich sie einige Jahre früher bereits existirte.

Da sie speciell im Hinblick auf Giessereibetrieb und Schmiedefeueranlagen redigirt worden ist und einfache Formeln bietet, so nehme ich keinen Anstand, sie vollständig hier wiederzugeben und lediglich eine Theilung des Stoffes hinzuzufügen, die der übrigen Disposition dieser Schrift entspricht.

Die Theorie der Ventilatoren bietet nach Wiebe noch manche mit der Praxis nicht leicht zu vereinigende Schwierigkeiten.

Es mag dies der Grund sein, weshalb fast alle der vielen über die Wirkung der Ventilatorenflügel aufgestellten Theorieen es unterlassen haben, einfache

*) Bd. I., 2. Abtheilung, §. 26, S. 355 u. ff.

Digitized by Google

und für die Praxis bequeme und brauchbare Resultate zu ziehen, nach welchen man mit einiger Sicherheit im Stande ist, die Ventilatoren für gegebene Bedingungen zu construiren.

Bei Gelegenheit einer Arbeit über Maschinenbaumaterialien und deren Bearbeitung hat Wiebe Veranlassung genommen, einige Versuchsreihen über die Wirksamkeit der Ventilatoren zu vergleichen und aus denselben gewisse praktische mit anderweitigen Erfahrungen übereinstimmende Resultate zu ziehen, welche ich in Folgendem zusammengestellt habe.

Die Werthe, welche für die Wirkung eines Ventilators maassgebend sind, sind vorzugsweise folgende:

1) Der Druck der Luft im Ventilator durch ein Manometer gemessen und entweder in Quecksilber-Z. oder Wassersäulen-Z. angegeben.

20 Z. (0,760 M) Quecksilbersäule = 394 Z. (10,336 M) Quecksilbersäule = 1 Atmosph.

2) Die Ausflussöffnung für die Luft.

3) Das Volumen der Luftmenge bei gewisser Temperatur und einem gewissen Druck.

4) Die Geschwindigkeit der Flügel an der Peripherie.

§. 208. Es seien:

P das Gewicht der pr. Sek. geförderten Luft in Pfund;

F der Flächeninhalt sämmtlicher Ausflussöffnungen in Quadrat-Z.;

h der Ueberdruck in Quecksilber-Z., so ist:

$$1)\quad P = 0{,}0225\ F\ \sqrt{h\,(29 + h)}.$$

Bezeichnet Q_1 das Volumen in Cubikfuss, welches P Zollpfunde Luft bei 1 Atmosphäre und 0° einnehmen, so hat man, wenn das specifische Gewicht der Luft gegen dasjenige des Wassers $= \frac{1}{771{,}74}$ genommen wird,

$$A)\quad Q_1 = 12{,}49\ P = 0{,}28\ F\ \sqrt{h\,(29 + h)}.$$

Bezeichnet ferner Q das Volumen in Cubikfuss derselben Gewichtsmenge Luft unter einem Ueberdruck von H-Quecksilber-Z. bei t°, so ist:

Digitized by Google

B) $$\begin{cases} Q = Q_1 (1 + 0{,}00367\ t) \dfrac{29}{29 + H}. \\ Q_1 = Q \dfrac{29 + H}{(1 + 0{,}00367\ t)\ 29} \end{cases}$$

2) Eine andre Beziehung, die wir aus jenen Versuchen ableiten, ist:

C) $Q_1 = 0{,}0028\ Fn\ R.$ Es bedeuten:

Q_1 (s. oben)

n die Zahl der Umdrehungen der Flügelwelle pr. Min.;

R der äussere Radius der Flügel in Zoll;

F (s. oben).

Setzen wir die Werthe der Gleichungen einander gleich, so erfolgt:

$$0{,}28\ F\ \sqrt{(h + 29)\ h} = 0{,}0028\ Fn\ R \text{ und}$$

D) $$h = -14{,}5 + \sqrt{210{,}25 + 0{,}0001\ n^2\ R^2}.$$

Bezeichnet V die Peripheriegeschwindigkeit der Flügel in Fuss, so ist

E) $$n \cdot R = 1{,}91\ V;\ n^2\ R^2 = 3{,}6481\ V^2$$
$$V = 0{,}5236\ n\ R;\ V^2 = 0{,}2740\ n^2\ R^2.$$

Aus Gleichung A) folgt:

F) $$F = \frac{3{,}57\ Q_1}{\sqrt{h\ (29 + h)}}$$ und aus Gleichung C) folgt mit Benutzung der Gleichungen F) und E)

G) $$\begin{cases} n\ R = 357\ Q_1 = 100\ \sqrt{h\ (29 + h)} \\ V = 52{,}36\ \sqrt{h\ (29 + h)}. \end{cases}$$

Wenn wir nun unter v die mittlere Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft in Fuss pro Sekunde verstehen, so können wir im Allgemeinen setzen:

$Q_1 = \frac{F\ v}{144}$; $v = \frac{144\ Q}{F}$ und nach Gleichung A)

H) $$v = 40{,}32\ \sqrt{h\ (29 + h)}.$$

Vergleichen wir diesen Werth mit der Peripheriegeschwindigkeit der Flügel, so ist das Verhältniss zwischen der Geschwindigkeit der ausströmenden Luft (bei 0° unter demselben Atmosphärendruck und ohne Berücksichtigung der Contraktion gemessen) zu der Peripheriegeschwindigkeit der Flügel

Digitized by Google

$$\frac{v}{V} = \frac{40{,}32}{52{,}36} = \frac{10}{13} = 0{,}77.$$

J) $$v = 0{,}77\ V;\quad V = 1{,}3\ v.$$

§. 209. Aus diesen Gleichungen und aus sonstigen Beobachtungen an Ventilatoren folgen nachstehende Resultate:

1) Die von dem Ventilator geförderte Luftmenge ist bei gegebenem Querschnitt der Ausflussöffnungen ∴ der Peripheriegeschwindigkeit der Ventilatorflügel oder dem Produkt aus der Anzahl ihrer Umdrehungen in einer gegebenen Zeit in dem Halbmesser der Flügel (C und E).

2) Die von dem Ventilator geförderte Luftmenge ist bei gegebener Umdrehungsgeschwindigkeit der Flügel dem Querschnitt der Ausflussöffnungen ∴ (A u. C).

3) Der Luftdruck im Ventilator ist abhängig von der Geschwindigkeit der Flügel und beinahe dem Quadrat des Produkts der Umdrehungszahl in dem Halbmesser der Flügel ∷, so lange dieses Produkt innerhalb der bei Ventilatoren vorkommenden Werthe bleibt.*)

4) Die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft ausströmt, ist ∴ der Peripheriegeschwindigkeit der Flügel.

5) Die Grösse der Flügelfläche ist von keinem sehr erheblichen Einfluss auf die Luftmenge, welche der Ventilator liefert, so lange der Inhalt der Flügelfläche nicht kleiner ist, als das 6fache des Querschnitts sämmtlicher Ausflussöffnungen und nicht grösser, als das 10fache dieses Querschnitts.

6) Die Einflussöffnungen an den Seiten der Ven-

*) Es beträgt z. B. für R = 10 Z. n = 10 ist h = 0,0344 Z.
„ = 10 „ „ = 20 „ „ = 0,1373 „
„ = 15 „ „ = 20 „ „ = 0,3077 „

Verhält sich also:					
Rn = 100	: 200	: 300	: 400	: 500	
= 1	: 2	: 3	: 4	: 5	
R^2n^2 = 1	: 4	: 9	: 16	: 25	so verhält sich
h = 0,0344	: 0,1376	: 0,3077	: 0,5414	: 0,8521	
= 1	: 4	: 8,95	: 15,72	: 24,77	

Digitized by Google

tilatortrommel sollen jede mindestens den Querschnitt einer Flügelfläche haben, dabei aber nicht über $^1/_3$ von dem Durchmesser der Flügelfläche bekommen.

7) Die Mantelfläche der Ventilatortrommel kann entweder concentrisch sein mit der Peripherie der Flügel oder man macht dieselbe grösser und setzt sie etwas excentrisch. Diese letzte Anordnung ist mehr zu empfehlen, da hierdurch die auf dem Umdrehungskreise aufgeworfene Luft Platz hat, sich der Ausflussöffnung zu nähern.

8) Der Querschnitt der Windleitung vom Ventilator nach den Ausflussöffnungen soll mindestens das 4fache von dem Querschnitt sämmtlicher Ausflussöffnungen, denen dieselbe den Wind zuführt, betragen.

9) Die zur Bewegung eines Ventilators erforderliche Kraft ist abhängig von dem Gewicht der in einer Sekunde ausgetriebenen Luftmenge, und von der Geschwindigkeit, mit welcher dieselbe ausgetrieben wird.

§. 210. Diese Arbeit drückt sich nach einem bekannten mechanischen Gesetz aus durch:

$$N = {}^1/_2 \frac{P}{g} \cdot \frac{v^2}{\beta} \cdot \frac{1}{480} = \frac{Pv^2}{2 \cdot 31{,}25 \cdot 480} \cdot \frac{1}{\beta},$$

wenn: N die Anzahl der erforderlichen Pferdekräfte (1 Pfdkr. = 480 Fuss Zollpf.), P das Gewicht der ausgeworfenen Luftmenge, v die Geschwindigkeit derselben in Fussen, g die Beschleunigung der Schwere, sämmtliche Werthe auf die Sekunde bezogen, β den Nutzeffekt des Ventilators bezeichnet. Setzt man in den obigen Werth für N anstatt P nach den obigen Entwickelungen $P = \frac{Q_1}{12{,}49}$, $Q_1 = \frac{Fv}{144}$, $v = \frac{10}{13} V_1$, so erhält man nach Ausrechnung der Zahlenwerthe:

$$N = \frac{0{,}00794}{1000000} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot F V^3.$$

Der Nutzeffekt der Ventilatoren ist in der Regel nur 20—30 Procent; rechnen wir durchschnittlich $26^1/_2$ Procent, so ist $\beta = 0{,}265$ und es ergiebt sich:

$$N = \frac{0{,}0318 \; F \; V^3}{1000000} \text{ Pferdekräfte,}$$

Digitized by Google

worin F den Querschnitt sämmtlicher Ausflussöffnungen in Quadratzollen, V die Peripheriegeschwindigkeit der Flügel in preussischen Fussen bezeichnet, oder

$$N = \frac{0{,}00457\,(nR)^3}{1000000}$$ Pferdekräfte,

worin n die Anzahl der Umdrehungen in einer Sekunde und R den Radius der äusseren Peripherieflügel bezeichnet.

Nach diesen Darstellungen ist bei einem Ventilator sowohl das gelieferte Luftquantum, als auch die zur Bewegung erforderliche Arbeit dem Querschnitt der Ausflussöffnung, wenn die Geschwindigkeit der Flügel gegeben ist. Der Luftdruck im Ventilator aber ist allein abhängig von der Geschwindigkeit. Wir können daher das Luftquantum und die Arbeit für jeden Quadratzoll des Flächeninhalts der Ausflussöffnungen bestimmen, und haben die Hauptwerthe in einer Tabelle zusammengestellt, welche nach folgenden Formeln berechnet ist.

1. n R.	2. $V = 0{,}5236\ n\ R$	3. $v = 0{,}77\ V$	4. $h = -14{,}5 + \sqrt{210{,}25 + 0{,}0001\ n^2 R^2}$	5. $h' = 13{,}6\ h$	6. $Q_1 = 0{,}0028\ n\ R$	7. $N = \frac{0{,}00457\ n^3 R^3}{1000000}$
100	52,36	40,317	0,0344	0,467	0,28	0,00457
150	78,54	60,476	0,0773	1,051	0,42	0,01542
200	104,72	80,634	0,1373	1,867	0,56	0,03656
250	130,90	100,793	0,2140	2,910	0,70	0,07141
300	157,08	120,951	0,3077	4,185	0,84	0,12339
350	183,26	141,110	0,4165	5,665	0,98	0,19593
400	209,44	161,269	0,5414	7,361	1,12	0,29248
450	235,62	181,427	0,6821	9,276	1,26	0,41645
500	261,80	201,586	0,8521	11,588	1,40	0,57025

Digitized by Google

Spalte 1. $n R$ = Produkt aus der Umdrehungszahl der Flügel pro Sekunde in den Radien der Flügel (in preuss. Zollen).

Spalte 2. $V = 0{,}5236\ n R$ oder zugehörige Peripheriegeschwindigkeit.

Spalte 3. $v = 0{,}77\ V$ = Ausströmungsgeschwindigkeit des Windes bei 0°, 1 Atmosphärendruck und ohne Contraktion.

Spalte 4. $h = -14{,}5 + \sqrt{210{,}25 + 0{,}0001\ n^2 R^2}$ = Druck des Windes im Ventilator über den äussern Luftdruck in Zollen Quecksilber.

Spalte 5. $h' = 13{,}6\ h$ desgl. in Zollen Wasser.

Spalte 6. $Q_1 = 0{,}0028\ n R$ = Luftmenge in Kubikfussen pro Sekunde bei 0° und unter 1 Atmosphäre, die durch 1 Quadratzoll ausströmt.

Spalte 7. $N = \frac{0{,}00457\ (n R)^3}{1000000}$ Arbeit in Pferdekräften pro Quadratzoll Querschnitt der Ausflussöffnung und einem Nutzeffekt von 0,265.

§. 211. Diese Tabelle giebt alle Elemente zur Berechnung des Ventilators. Es sei z. B. ein Ventilator für 20 Schmiedefeuer zu construiren, wenn in jedem Feuer stündlich ca. 10 Pfund Steinkohlen verbrannt werden, und die Düsenöffnung in jedem Feuer 1 Z. Durchmesser hat.

Um 1 Pfund Steinkohle zu verbrennen, bedarf es etwa 274 Pfd. Luft von 0° und von 1 Atmosphäre Spannung. Jedes Schmiedefeuer bedarf also in einer Sekunde $\frac{274 \cdot 10}{60 \cdot 60}$ Kubikfuss Luft, und da der Durchmesser der Oeffnungen 1 Zoll beträgt, so ist der Flächeninhalt derselben 0,7854 Quadratzoll, das Luftquantum für 1 Quadratzoll Querschnitt ist also

$$\frac{274 \cdot 10}{60 \cdot 60 \cdot 0{,}7854} = 0{,}969 \text{ Kubikfuss Luft.}$$

Rechnen wir dafür 98 Kubikfuss Luft, so ergiebt sich, wenn wir in Spalte 6. diesen Werth aufsuchen, $n R = 350$; $V = 183{,}26$; $v = 141{,}11$; $h = 0{,}4165$; $h' = 5{,}665$; $N = 196$.

Digitized by Google

Da nun 20 . 0,7854 Quadratzoll die Gesammtöffnung ist, so hat man zum Betriebe des Ventilators nöthig:

$$0{,}196 \,.\, 20 \,.\, 0{,}7854 = 0{,}196 \,.\, 15{,}708 = 3 \text{ Pferdekr.}$$

Der Flächeninhalt der Flügel sowohl, als jeder Einströmungsöffnung beträgt nach Nr. 6 im Durchschnitt das 8fache sämmtlicher Einströmungsöffnungen, also $20 \,.\, 0{,}7854 \,.\, 8 = 125{,}664$ Qu.-Zoll. Es ist also der Durchmesser jeder Einströmungsöffnung 12,649 Zoll oder etwa 13 Z. zu machen und da dieser Durchmesser höchstens $^1/_3$ von dem Durchmesser der Flügel sein soll, so muss letzterer mindestens 39 Z., der Radius $19^1/_2$ Zoll betragen. Nun ist $n\,R = 350$, es ergiebt sich also die Anzahl der Umdrehungen

$$n = \frac{350}{19{,}5} = 17{,}44 \text{ in der Sekunde, oder } 1076{,}4,$$

in runder Zahl 1080 in der Minute.

Zieht man vom Halbmesser der Flügel den Halbmesser der Einströmungsöffnung ab, so bleibt für die Länge der Flügelfläche $19{,}5 - 6{,}5 = 13$ Zoll und, da der Flächeninhalt der Flügel 125,664 Quadratzoll betragen soll, so hat man für die Breite der Flügel $\frac{125{,}664}{13}$ $= 9^2/_3$ Zoll oder 10 Zoll.

Der Flächeninhalt des Querschnitts der Windleitung beträgt das 4fache von dem Querschnitt sämmtlicher Ausströmungsöffnungen (nach Nr. 8), folglich $4 \,.\, 20 \,.\, 0{,}7854$ Quadratzoll und daher der Durchmesser der Windleitung ca. 9 Zoll.

Die Einmündung des Ventilatorgehäuses in die Windleitung hat denselben Querschnitt, also

$$4 \,.\, 20 \,.\, 0{,}7854 \text{ Quadratzoll}$$

und da sie dieselbe Breite wie die Flügel hat, so beträgt die Höhe $\frac{4 \,.\, 20 \,.\, 0{,}7854}{10} = 6{,}2832$ oder rund $6^1/_2$ Z., nämlich die Hälfte der Höhe der Flügelfläche. Stellen wir diese in dem eben behandelten Beispiele gefundenen Resultate zusammen, und bezeichnet F die Summe der Querschnitte sämmtlicher Ausflussöffnungen in Quadratzollen, so ist:

Digitized by Google

Der Flächeninhalt der Einströmungsöffnungen an jeder Seite des Ventilatorgehäuses $= 8\ F$.

Der Durchmesser desselben: $3{,}2\sqrt{F} = {}^2/_3\ R$.

Der Flügelradius $R = 4{,}8\sqrt{F}$,

der Flächeninhalt der Flügelfläche jedes Flügels $a\,b = 8\,F$.

Die Höhe der Flügelfläche

$$a = {}^2/_3\ R = {}^3/_2\sqrt{F} = d.$$

Ihre Breite $b = \frac{25}{32}\,a = 2{,}5\sqrt{F} = 0{,}52\ R$.

Der Querschnitt der Windleitung $a_1\,b_1 = 4\,F$; ihr Durchmesser $d_1 = 26\sqrt{F} = 0{,}47\ R$.

Die Breite der Eintrittsöffnung in die Windleitung $b_1 = b = 2{,}5\sqrt{F} = 0{,}52\ R$.

Ihre Höhe $a_1 = \frac{16}{25}\,b_1 = 1{,}6\sqrt{F} = {}^1/_2\ a = {}^1/_3\ R$.

Endlich ist $F = zf = 0{,}7854\ z\ \delta^2$, wenn f den Querschnitt, δ den Durchmesser jeder Eintrittsöffnung und z die Anzahl derselben bezeichnet, vorausgesetzt, dass sämmtliche Austrittsöffnungen denselben Durchmesser haben.

§. 212. Um nun den Ventilator zu construiren, beschreibe man (Fig. 2, Taf. XVII.) mit R einen Kreis, mache $g\,m = a = {}^1/_3\ R$ und zwar, indem man ${}^2/_3\ a$ von h nach g und ${}^1/_3\ a$ von h nach m trägt, ziehe g k und l m normal zum Radius h p und lege durch den Punkt q, wo die Begrenzungslinie der Mündung der Windleitung q l die Peripherie des Flügelrades schneidet (oder vielmehr in einem geringen Spielraum von diesem Punkte) und durch den Punkt g den Mantel der Ventilatortrommel, und zwar so, dass die Höhe g h von dem Punkte g an, nach dem Punkte q hin, indem man auf g v q herumgeht, bei gleichen Bogenstücken sich um gleichviel vermindert, bis sie in q = dem nothwendigen kleinsten Spielraum (etwa ${}^1/_2$ Linie) wird.

Mit dem Radius ${}^1/_2\ d = {}^1/_3\ R$ beschreibe man den Kreis, welcher die Einströmungsöffnung ergiebt. Die Richtung der Flügel kann radial gemacht werden,

Digitized by Google

da jedoch ein radialer Flügel, indem er den Weg von h nach q durchläuft, die Luft nicht gehörig in die Ausflussöffnungen hineintreibt, vielmehr dieselbe niederdrückt, so möchte es empfehlenswerth sein, die Flügel so zu stellen, dass sie erst in g, wo sie die Oeffnung verlassen, normal zu derselben werden. Ziehen wir also q t normal zu q l, so würde der Winkel p q t die Neigung der Flügelflächen gegen den Radius geben.

An der innern Peripherie sind die Flügel passend radial zu stellen und um sie auf angemessene Weise in diese Richtung überzuführen, möchte folgende Construktion geeignet sein. Man ziehe die Radien p q und p h, sodann q t normal zu q l, halbire den Winkel p s h durch s w, ziehe n w in dem Punkte n normal zu p q; in dem Durchschnittspunkt w dieser Normale mit s w ist der Mittelpunkt für die Abrundung der Flügel. Wenn die Flügel gekrümmt oder geneigt sind, so ist unter ihrem Flächeninhalt der einer Projection der Flügel auf eine durch ihren äussern Endpunkt und durch die Drehungsachse gelegte Ebene zu verstehen.

Die Anzahl der Flügel ist gewöhnlich 4 — 6, auch 8. Wir würden empfehlen, dass stets wenigstens ein Flügel vor der Ausblaseöffnung sich befindet, dass also der Abstand der Flügel kleiner sei, als die Sehne $q_1 q_1$. Dies wird bei den hier gewählten Verhältnissen stattfinden, wenn man 8 Flügel anordnet. Damit indessen durch die Flügel die innere Peripherie nicht zu sehr beengt werde, so sind nur 4 Flügel vollständig. Die 4 übrigen dazwischenliegenden haben nur die äusseren ebenen Elemente.

Diese Anordnung lässt sich leicht ausführen, wenn man auf der Ventilatorachse eine kreisförmige Scheibe vom Durchmesser der äusseren Flügelperipherie, mittelst Nabe und die Flügel an diese Scheibe befestigt, etwa so, dass die Scheibe in der Mitte ist und die Flügel zu beiden Seiten hervorstehen.

Will man dagegen jeden Flügel, wie dies gewöhnlich geschieht, durch besondere Arme an der Welle befestigen, so thut man besser, zur Verein-

Digitized by Google

fachung der Construktionen weniger Flügel anzuordnen, diese eben zu machen und sie radial zu stellen.

§. 213. Das mehrfach citirte Werk von Rittinger über „Theorie und Bau der Ventilatoren" bietet eine erschöpfende Behandlung des schwierigen Themas, doch für den vorliegenden Fall des Betriebes der Cupolöfen erscheinen die ihrer ganzen Construktion nach auf Hochdruck berechneten Ventilatoren Rittinger's nicht von wesentlichem Nutzen.*)

Die Erfahrungen, welche der Verfasser dieser Schrift mit einem solchen in Malapane erbauten Hochdruckventilator bei dem Betrieb eines Cupolofens gemacht hat, bestätigen die aprioristische Annahme, dass ein schmal- und langschaufliger Apparat wie der in Rede stehende nicht geeignet ist, einen Cupolofen mit der ausreichenden Luftmenge zu versorgen.

In der That wurde die Kraft einer 12pferdigen Lokomobile fast vollständig absorbirt, um den Ventilator so zu bewegen, dass der auf Taf. III., Fig. 1, dargestellte Ofen in schwachen Betrieb kommen konnte und es musste für die Folge von der Benutzung des Ventilators Abstand genommen werden, als eine energischere Leistung dringendes Bedürfniss wurde.

Fortwährende Reparaturen am Fundamentmauerwerke, wiederholtes Zerreissen der Riemen traten hinzu, um das Vorhaben gerechtfertigt erscheinen zu lassen, in andrer Weise für den Windbedarf Sorge zu tragen.

Es kann die Vermuthung nicht zurückgewiesen

---

*) R. W. Dinnendahl in Huttrop bei Steele baut Centrifugalventilatoren nach dem Rittinger'schen System, die sich einer grösseren Verbreitung erfreuen.

Aus seinen Preislisten geht hervor, dass seine Ventilatoren zum Cupolofenbetrieb Wind von 12—16 Zoll Wasserdruck liefern sollen und zum Schmelzen von

7000—8000	Pfd.	pro	Stunde	u.	1400—1500	Tour.	8—10 Pfkr.
3000—3500	„	„	„	„	2000—2500	„	4— 5 „
2000—2500	„	„	„	„	3000—3500	„	2— 3 „

erfordern.

Angaben in Betreff der Construktion und der Grössenverhältnisse sind nicht gemacht worden.

Digitized by Google

werden, dass die Construktion und Ausführung des betreffenden Apparates eine fehlerhafte gewesen sein müsse, weil selbst die erwartete Pressung der Luft nicht eintrat; dennoch muss die Anwendung von jeder Art Hochdruckgebläse auch im Fall vollkommenster Construktion als eine ökonomisch ungünstige für den Betrieb von Cupolöfen bezeichnet werden. Nur bei leichten, aber reinen Brennstoffen ist es gerathen, sich stärker comprimirter Luft zu bedienen; in solchem Fall ist es wiederum rathsamer, zu Cylindergebläsen als zu Ventilatoren seine Zuflucht zu nehmen. Das Werk von Rittinger ist deswegen, obwohl mit einem grossen Aufwand von Gelehrsamkeit geschrieben, nicht geeignet, dem Giessereitechniker Hülfe zu leisten; derselbe wird vielmehr sich der einfacheren Resultate von Wiebe u. A. bedienen, um die Hauptdimensionen eines Ventilators dem Maschinenfabrikanten zu bestimmen.

Nur wenig mehr Vortheil gewährt der Abschnitt über Ventilatoren in Weisbach's „Ingenieur- und Maschinenmechanik", Bd. III, 2. Abth., III. Abschnitt, 3. Kapitel, S. 1121 u. ff., der z. Th. auf Rittinger's Arbeiten zurückgreift und S. 1133 unter Nr. 2 die Berechnung eines Cupolofenventilators mit 800 Kubikfuss Wind von 12 Zoll Wassersäule ausführlich mittheilt.

§. 214. Unter den Praktikern, welche die Anwendung des Ventilators zum Giessereibetrieb besprochen haben, nehmen Guettier und Mallet die ersten Stellen ein, obwohl sie nur allgemeine Grundsätze und höchstens übersichtlich zusammengestellte Erfahrungsresultate gegeben haben.

Von Karsten besitzen wir einige unvollständige Angaben im 2. Band seiner Eisenhüttenkunde, 3. Aufl., §. 572, S. 483, wozu auf Taf. VIII. des Atlasses, Fig. 7—9 und 10—12 die erforderlichen Beispiele vorgeführt werden.

Guettier beschreibt einen einfachen Ventilator mit graden Schaufeln auf S. 174 seines oft citirten Werkes und schliesst daran einige Betrachtungen, welche wir unseren Lesern nicht vorenthalten wollen.

Digitized by Google

Er sagt §. 333 (S. 175), dass die Umlaufszahl nicht unter 1200—1300 Touren betragen dürfe, ebensowenig als mehr wie 1800, wenn nicht ein Effektverlust eintreten solle; bei einer grösseren Geschwindigkeit als 1800 Touren wende man eine unnütze Kraft an, ohne den Effekt nur irgendwie zu steigern.

Deshalb ist es eine Hauptrücksicht für den Construkteur des Ventilators, dass er die Bewegungsübertragung genau hiernach einrichte, und auf die Theile der Transmission überhaupt eine grössere Aufmerksamkeit verwende, als in der Regel geschieht.

Guettier bemerkt hierzu, dass ihm mancher Ventilator bekannt sei, der mindestens das doppelte der zu dem erwarteten Effekt nothwendigen Kraft verbrauche.

Die Windleitung soll einen ebenso grossen und besser noch etwas grösseren Querschnitt haben als die Ausströmungsöffnung ist; sämmtliche Winkel der Leitung müssen ausgerundet sein, um das Entweichen des Windes nach den Düsen hin zu erleichtern.

Dieser Abfluss der Luft wird dadurch noch vergrössert, dass man weite Düsen von 8—15 Centimetern anwendet, wobei natürlich auf die Maasse des Ofens Rücksicht zu nehmen sein würde.

Um eine stärkere Expansion der Luft zu erzielen, bedient man sich wohl anstatt einer Düse zweier über einander liegender Düsen von entsprechendem Durchmesser.

Unter solchen Bedingungen liefert nach Guettier ein Ventilator die Luft für 12—1500 Kilogrammes Schmelzung pro Stunde; eine Leistung, welche allerdings übertroffen werden kann.*)

Nachstehende Tabelle Guettier's (a. a. O. S. 176, §. 334) giebt eine Reihe von Abmessungen franzö-

*) Diese Angabe Guettier's bedarf der Erklärung; sie steht im Text der 21. Auflage seines Handbuchs, stammt aber schon aus der ersten 1843 oder 44 erschienenen Auflage und ist für die damalige Zeit kein unrichtiger Ausdruck für solche Verhältnisse.

Digitized by Google

Bezeichnung des Ortes, an welchem sich der Apparat befindet.	Flügelzahl.	Innerer Durchmesser Meter.	Durchmesser d. Saugöffnung. Meter.	Breite des Gehäuses. Meter.	Zahl der bedienten Oefen.	Tourenzahl in 1 Min.
Pierrard'sche Eisengiesserei, Rheims	4	0,60	0,33	0,20	2	1800
Giesserei der Abtei Evaux .	4	0,60	0,34	0,25	2	1600
Handwerkerschule von Angers 1)	4	0,70	0,36	0,25	3	1500
„ „ „ 2)	4	0,84	0,43	0,32	3	1500
Bergeret'sche Giesserei Bayonne	4	0,70	0,35	0,25	3	1500
Sudd, Barker & Co. in Rouen	6	1,00	0,50	0,20	2	1000
Martin'sche Eisengiesserei, Rouen	6	1,40	0,40	0,25	2	600
Staatsgiesserei zu Indret . .	4	0,80	0,40	0,35	3	1800

Digitized by Google

§. 215. Mallet giebt im VIII. seiner Aufsätze über Praxis des Giessereibetriebes (Practical Mechanics Journal, III. Serie, Vol. 2, S. 162) einige interessante Winke über Berechnung und Bau der Ventilatoren, ohne deshalb sich in Formeln und Deductionen zu verlieren.

Der durchaus praktische Standpunkt, auf dem Mallet gegenüber allen Fragen der Technik stehen bleibt, macht seine Angaben vorzugsweise werthvoll für den Techniker und Giessmeister.

Dabei unterlässt er nicht, für Solche, die des Sujets vollständig Meister werden wollen, das Werk Rittinger's zu empfehlen — dem er dann die Namen einiger anderen Gelehrten (z. B. Combes — Trasenter — Hirn — Dollfuss) folgen lässt.

Nachdem Mallet die Allen'sche Dampfmaschine zum Betrieb der Ventilatoren empfohlen hat, die sich durch eine Kolbengeschwindigkeit von 700—800 Fuss pro Minute (ausnahmsweise wohl bis auf 1000 Fuss zu steigern) auszeichnet, bezeichnet er die Anlage eines kleinen, schweren Schwungrades und einer Riementransmission als nothwendige Zuthaten des Gebläses und setzt hinzu, dass ersteres doppelt so viel Touren als die Maschine machen müsse.

Der Hauptzweck dieses Schwungrades soll darin bestehen, dass sowohl Reibungen als plötzliche Widerstände leichter überwunden werden und auch das etwaige Abschützen der Ausströmungsöffnungen keine besondere Störung hervorrufen soll.

Aus der festgesetzten Dichtigkeit des Windes lässt sich die Peripheriegeschwindigkeit des Umlaufs für eine bestimmte Zeit berechnen und es bieten sich dann in der Praxis zwei Wege, dieses Ziel zu erreichen, welche ihre gegenseitigen Vor- und Nachtheile haben.

Entweder lässt man einen grossen Ventilator langsam, oder einen von geringerem Durchmesser schnell gehen; da sich aber der Effekt in Bezug auf Pressung und Volumen nicht immer gleich bleibt, empfiehlt es sich

Digitized by Google

für unsere Zwecke, einen Apparat zu wählen, der bei verhältnissmässig geringerem Durchmesser eine grössere Umlaufsgeschwindigkeit erhält. Für Ventilation, pneumatische Postanlagen etc. ist das umgekehrte Verhältniss von grösserer Brauchbarkeit.

Bei dem gewöhnlichen Luftdruck für den Betrieb der Cupolöfen (10—15 Zoll Quecksilber für die stärksten, 5—7½ Z. für die durchschnittlichen Leistungen englischer Giessereien) sind Ventilatoren von 5 Fuss Scheibendurchmesser am brauchbarsten, obwohl sowohl kleinere als grössere Apparate in Betrieb sich wirklich befinden, deren Details in ihren Formen noch mehr von einander abweichen.

Im Allgemeinen sind nach Mallet drei Hauptpunkte zu berücksichtigen, neben deren Einfluss die Gestaltung der einzelnen Theile des Apparates unwesentlich erscheint.

Die erste und für den leisen Gang des Apparates wichtigste Eigenschaft der Construktion ist der freie Wirbel der austretenden Luft, d. h. ein hinreichender Zwischenraum zwischen Schaufelrad und Gehäuse, um die Luft ohne zu grossen Wechsel in der Geschwindigkeit, also ohne Stösse, in die Leitung zu drängen.

Demnächst empfiehlt Mallet reichliche Ein- und Ausströmungsöffnungen anzuordnen und bei der Construktion der Innenflächen des Rades, der Schaufeln, Scheiben, Arme und des Gehäuses, alle Ecken und Vorsprünge zu vermeiden und endlich den Einfluss dünner Wände und der darin ausgeschnittenen Ausströmungsöffnungen auf Geschwindigkeit und Reibung des durchstreichenden Luftstroms gehörig zu berücksichtigen.

§. 216. In jüngster Zeit ist die Theorie der Ventilatoren als Theil einer grösseren Arbeit über Turbinen, Kreiselpumpen und Ventilatoren von R. R. Werner behandelt worden.*)

*) Vergl. die Zeitschrift des Vereins deutscher Ing. 1869. Das die Ventilatoren betreffende Stück beginnt S. 363 und bildet den Schluss des Ganzen.

Digitized by Google

Wie bei Redtenbacher sind die Resultate, welche die Betrachtung der Turbinen ergab, zur Begründung der Construktionsgesetze für Ventilatoren benutzt worden; es liegen Rechnungsbeispiele sowohl für blasende, als für saugende Ventilatoren vor und es sind nicht nur Gebläse, sondern auch Grubenventilatoren besprochen.

Ohne auf die Formeln selbst näher einzugehen, wollen wir doch des Vergleichs halber die Resultate mittheilen, welche Professor Werner für den Betriebsventilator eines Cupolofens ausgerechnet hat.

Angenommen, der Ventilator sollte in der Sekunde ein Quantum von 60 Cubikfuss Luft von $9^3/_4$ Z. Pressung liefern (3600 Cubikfuss pro Minute) = dem Bedarf von 4 Cupolöfen, so ergeben sich daraus folgende Werthe:

Querschnitt einer Einlassöffnung	0,64451 Quadratf.
Querschnitt der Windleitung . .	1,229 „
Gesammtdüsenquerschnitt . . .	0,33528 „
Aeusserer Halbmesser des Rades	1,5306 „
Flügelhöhe	0,9166 Fuss.
Flügelbreite aussen	0,23514 „
„ innen	0,39088 „
Flügelzahl	10
Tourenzahl pro Min.	1125,8
Geschwindigkeit d. Luft in d. Sek.	201,7 Fuss
Arbeit der Maschine	11 Pferdekräfte.

Diese Resultate sind insofern unbrauchbar, als sie auf zum Theil falschen Voraussetzungen beruhen; dadurch zeigen sich einzelne der angeführten Abmessungen und Grössen so sehr verschieden von den in der Praxis üblichen.

Abgesehen von dem Luftquantum, welches 3 Mal so gross ist, als ein gewöhnlicher Ofen es erfordert, ist auch die angenommene Pressung zu bedeutend und in Folge dessen hat sich die Geschwindigkeit der Luft auch viel zu hoch berechnet.

Da der summarische Düsenquerschnitt von dieser Grösse abhängig ist, muss man den dafür gefundenen Werth als viel zu klein ansehen; in der That ent-

Digitized by Google

sprechen 0,335 Quadratfuss = 48,24 Quadratzoll, d. h. ungefähr vier Stück 4zölligen Düsen oder zwei $5^3/_4$zölligen — während ein Ireland'scher Ofen der Borsig'schen Eisengiesserei mit vier 6zölligen und acht 3zölligen Windzuführungen allein 169,08 Quadratzoll summarischen Düsenquerschnitt besitzt.

Andere Bedenken flössen die Schaufelzahl und der Arbeitswerth ein, welche beide ebenfalls durch die grosse Windmenge und hohe Pressung inducirt sind und mit einer veränderten Annahme kleinere Werthe erhalten müssen.

Beispiele ausgeführter Ventilatorconstruktionen.

§. 217. Es sind, wie schon aus den vorhergehenden Mittheilungen über Bau und Construktion derartiger Apparate hervorgeht — eine Menge von einander abweichender Anordnungen im Betriebe, unter welchen nur einige wenige weiteren Ruf erlangt haben, noch weniger aber denselben in dem Maasse verdienen.

Es sind zu unterscheiden Ventilatoren mit geraden und mit gekrümmten Flügelflächen, ferner unter den ersteren solche mit radial gestellten und solche mit schräg stehenden Flügelflächen — endlich Ventilatoren mit Direktionsschaufeln.

Unter den Ventilatoren mit radialen Schaufeln sind die meist älteren Construktionen verwerflich, welche das Schaufelrad an der einen Seite hart an das Gehäuse gerückt haben und dem Summen und Vibriren im höchsten Grade ausgesetzt sind.*)

Dagegen sind diejenigen Apparate derselben Art, welche mit verhältnissmässig kleiner Flügelfläche in einem weiten Gehäuse arbeiten, z. B. die Nasmyth'schen Ventilatoren (s. §. 218) ihrer construktiven Einfachheit halber sehr brauchbar.

*) Zu solchen fehlerhaften Construktionen gehört der von Wiebe, Taf. IV. des sein Werk über die Maschinenbaumaterialien begleitenden Atlasses — Fig. 4a und 4b — mitgetheilte Ventilator.

Digitized by Google

Die Ventilatoren mit schräg stehenden geraden Schaufeln schliessen sich im Bezug auf die besten Construktionen den eben geschilderten an; auch hier empfiehlt es sich, das Schaufelrad in seiner Peripherie nicht zu sehr mit der Innenfläche des Gehäuses tangiren zu lassen.

Bei Ventilatoren mit gekrümmten Schaufeln sind hauptsächlich zwei Systeme in Anwendung; bei der einen Construktion haben die Flügel eine gleichmässige Breite und schliessen an den Seiten möglichst dicht sich an das Gehäuse an, wogegen die Peripherie ein excentrisches Intervall zwischen Rad und Gehäusewand zeigt.

Bei dem anderen System sind die Schaufelblätter zwischen zwei linsenförmig aneinander geschraubte Schilde geschlossen und lassen den Wind nur durch einen verhältnissmässig schmalen Schlitz in das weite Gehäuse treten. Dieser letzteren Gattung gehört u. A. der Lloyd'sche Ventilator an und einige der neuern amerikanischen Gebläse.

Eine ganz besondere Klasse bilden die Ventilatoren mit Direktionsschaufeln, erbaut von Schwarzkopff, bei denen die Luft nicht an der Peripherie austritt, sondern in der Mitte, der Eintrittsöffnung gegenüber

Ventilatorsysteme, welche wie das Rittinger'sche auf Erzielung von hohem Druck berechnet sind, haben in der folgenden Beschreibung des Details einzelner Apparate aus begreiflichen Gründen keine Stelle finden können.

§. 218. Der Ventilator von Nasmyth findet sich in dem bereits angeführten Mallet'schen Artikel (s. §. 215) sowohl beschrieben als auch abgebildet.

Eine Skizze desselben ist in Fig. 5 und 6 der beiliegenden Taf. XVII. mitgetheilt und ergänzt die nachstehende Beschreibung.*)

Es ist ein zu Patricroft erbauter Doppel-Ventilator von 5 F. Durchmesser und besitzt zwei

*) a. a. O. S. 162 u. 163, Fig. 1, 2, 3.

Digitized by Google

parallel nebeneinander liegende Gehäuse auf einer gemeinschaftlichen gusseisernen Fundamentplatte.

Diese letztere ruht festgeschraubt auf einem soliden Backsteinmauerwerk, welches, wie bei allen vibrirenden Apparaten in Cement gelegt und möglichst sauber aufgeführt sein muss.

Die gemeinschaftliche Welle der Ventilatoren ist von Stahl und läuft in gusseisernen Lagern von grösserer Länge als sonst üblich ist; sie beträgt mehr als den vierfachen Durchmesser dieser Welle.

In der Zeichnung sind einige eigenthümliche Vorrichtungen ausgelassen, welche dazu bestimmt sind, die stetige und reichliche Schmierung der Welle zu besorgen und gleichzeitig das Einstauben der Lager und Laufflächen zu verhüten. (In was diese Einrichtungen bestehen, hat Mallet nicht weiter ausgeführt.)

Zwischen den beiden Gehäusen, dicht an dem mittlern Hauptlager der Welle sind die zwei Riemscheiben auf derselben aufgezogen — die mithin vollkommen symmetrisch liegen und gleichzeitig thätig sind.

Bemerkenswerth ist noch die Anführung, dass die beiden Riemen vertikal wirken müssen, d. h. dass die Achse der grösseren Riemenscheiben, von denen die Bewegung nach der Ventilatorenachse direkt übertragen wird, genau über der letzteren liegt und in der Oberansicht des ganzen Mechanismus beide sich decken.

Die zwei Windauslässe, soweit sie nicht zum Gehäuse gehören, sind von Blech angefertigt und vereinigen sich wenige Fuss vom Apparat zu einem Hauptcanal, der in seiner weitern Fortsetzung aus einer mit Cement gemauerten, innen möglichst glatt ausgestrichenen Rösche besteht, aus der dann die Düsenrohre emporsteigen.

Aus den Skizzen Fig. 5 u. 6 der Taf. XVII. ist ersichtlich, in welcher Weise die Schaufeln an der mittlern Radscheibe befestigt sind; Mallet setzt hinzu, dass sie angenietet, nicht angeschraubt werden müssen, um jede Lockerung oder jedes Schüttern zu vermeiden.

Digitized by Google

Die gegossenen Theile des Ventilators sind von Nasmyth stets so massiv als möglich gemacht worden und es ist diese Rücksicht die erste Bedingung für einen guten, dauerhaften und ohne Lärm arbeitenden Ventilator.

Nichts als möglichst kräftiger Bau kann nach Mallet's Versicherung die bei hoher Geschwindigkeit so leicht eintretenden Schwingungen mildern, welche die Lagertheile so sehr angreifen und die Schmierung zu einer resultatlosen Beschäftigung machen.

Die einzige Verbesserung, welche an dem Ventilator von Nasmyth, wie ihn die Zeichnung giebt, noch anzubringen sein würde, besteht in einer Ausrundung der Ränder, welche die Lufteinlässe umgeben.

In dieser Beziehung verweisen wir auf die Zeichnung des Redtenbacher'schen Ventilators, die sich auch auf Taf. XVII. befindet.

§. 219. Andere ebenflächige Ventilatoren sind von Wiebe beschrieben und abgebildet worden; dieselben entsprechen indess den an die Construktion eines Ventilators im Interesse seiner Betriebsfähigkeit zu stellenden Anforderungen nicht genug, um hier abgebildet zu werden.

Fig. 4 der Taf. IV. des Wiebe'schen Werkes zeigt den ersten der Apparate, einen Ventilator mit ebenen und radialen Flügeln in $^1/_{24}$ der natürlichen Grösse. Dieser Ventilator fungirt in der Werkstatt des Centralbahnhofes in Hannover und liefert den Wind für 40 Schmiedefeuer.

Die Hauptdimensionen sind folgende:

Durchmesser des Flügelrades	37 Z. (englisches Maass),
Flügelbreite	17 Z. „ „
Flügellänge (in radialer Richt.)	12 Z. „ „
Flügelfläche	204 Qu.-Z. (192 Qu.-Z. pr.)
Gesammtquerschnitt aller Ausströmungsöffnungen nach den Wiebe'schen Rechnungsgrundlagen	24 Qu.-Z. (preuss.)
Düsendurchmesser	0,87 Z. „
Umdrehungszahl	900

Digitized by Google

Windpressung (Rechnung)	0,35 Z. Quecksilber oder 3,4 Z. Wasser,
Dieselbe (nach Angabe)	6,5 Z. Wasser (jedenfalls zu hoch),
Eintrittsöffnungen	15 Z. hoch, 14 Z. breit, elliptisch geformt,
Flügelzahl	6, wobei zu bemerken ist, dass die jederseits der mittleren Blechscheibe sich befindenden Flügelhälften gegeneinander um 30° versetzt sind.

Auf Taf. IV., Fig. 7, ist ein anderer einfacher Ventilator mit ebenen Flügeln dargestellt, welche gegen den Radius geneigt sind und auf einem schmiedeeisernen Armkreuz sitzen.

Bei den beiden Apparaten ist der Fehler begangen, die Radperipherie an der einen Seite hart an das Gehäuse streifen zu lassen und dadurch Luftschläge zu veranlassen.

Die von Guettier Taf. VIII., Fig. 1—3, und von Tunner Taf. III., Fig. 9, abgebildeten geradschaufligen Ventilatoren sind eben so wenig zu empfehlen als die von Wiebe mitgetheilten Construktionen; mindestens müsste eine Abänderung des Gehäuses stattfinden, wenn das Sausen und damit ein bestimmter Kraftverlust aufgehoben werden soll. Tunner hebt sogar die Genauigkeit des Anschlusses hervor und betont die Möglichkeit, das Intervall auf $^1/_4$" zu verkleinern.

§. 220. Unter den neuesten und besten Construktionen ebenflächiger Ventilatoren mit radialer Flügelstellung nehmen in Bezug auf Einfachheit und Solidität der Ausführung die von W. Wedding in Berlin (Ackerstrasse 50) erbauten Ventilatoren der Artilleriewerkstatt zu Spandau u. a. Fabriken eine besonders hervorragende Stelle ein.

Da es uns hoffentlich später vergönnt sein wird, an anderer Stelle der Versuche ausführlich zu gedenken, welche Wedding angestellt hat, um über den

Digitized by Google

praktischen Werth verschiedener Form- und Grössenverhältnisse bei diesen Apparaten zum Schluss zu gelangen — wollen wir hier nur ganz kurz die hauptsächlichsten Folgen dieser Versuche mittheilen.

Es stellte sich zunächst heraus, dass:

1) die Flügelform keinen Unterschied in der Leistung der aus Zinkguss hergestellten ca. 4 Z. im Durchmesser grossen und etwa 4—5000 Mal in der Minute gedrehten Modelle hervorrief, obwohl alle erdenklichen Krümmungen und Stellungen der Flügel angewandt worden sind, diesen Punkt vollständig zu erschöpfen;

2) das Windquantum bei gleicher Drehung und gleichem Durchmesser bis zu einer gewissen Grenze proportional der Radbreite sich ergab, dass aber das Maximum der Leistung erreicht wurde, wenn das Rad halb so breit als der Halbmesser, also 1 Z. breit war. Dabei muss bemerkt werden, dass die Einströmungsöffnung ebenso gross als die Radfläche war und das Rad sich in einem concentrischen Gehäuse drehte.

3) Das Windquantum und die Pressung des Windes sind der Geschwindigkeit desselben innerhalb bestimmter Grenzen proportional und hängen also von der Peripheriegeschwindigkeit, resp. der Tourenzahl bei gleichem Halbmesser ab.

Construktive Bedenken beschränken indess die praktische Elasticität dieser Erfahrung, indem es immer rationeller erscheinen wird, einen grossen Ventilator weniger rasch als einen kleinen sehr schnell zu bewegen, um dieselbe Geschwindigkeit zu erzielen.

Diesen Erfahrungen entsprechend ist der Wedding'sche Ventilator gebaut und besteht aus einem 4flügligen Rad von 40 Z. Durchmesser, 10 Z. Breite, das sich in einem 60 Z. grossen concentrischen Gehäuse mit abgerundeten Kanten ca. 1200 Mal in der Minute umdreht.

Die Lager der Zapfen, lang und wie Achsbüchsen gestaltet, haben gusseiserne Futter, in denen die Stahlachse des Apparates läuft. —

Digitized by Google

Von dem Gehäuse wickelt sich die 10 Z. hohe und 10 Z. breite Windleitung los und führt nach den Schmiedefeuern der Werkstätten, deren gegen 100 gleichzeitig im Betrieb sind.

Durch genaue Arbeit und genaues Abbalanciren des Flügelrades in seinen Lagern ist der Ventilator frei von Schlagen und Summen, welches sonst fast stets die unangenehme Zugabe dieser Gebläse bildet.

§. 221. Von den krummflächigen Ventilatoren nimmt der von Redtenbacher entworfene und auf Taf. XI., Fig. 1, 2, 3, seines umfänglichen Werks in $^1/_3$ der natürlichen Grösse gezeichnete Apparat die älteste Stelle ein. Die früheren Angaben darüber sind vollständig genügend, um dahin unter Bezugnahme auf Fig. 2, 3 der Taf. XVII. zurück zu verweisen.

Der von Tunner nach Karsten Taf. VIII., Fig. 10—12, in dem mehrfach citirten Werke Fig. 11 und Taf. III. abgebildete krummflächige Ventilator weicht von der Redtenbacher'schen Einfachheit der Anlage bereits bedeutend ab und ist sogar etwas gesucht in seiner ganzen Anordnung.

Er lässt sich deshalb nicht als Muster hinstellen und auch Tunner hat ihm lediglich als Beispiel krummflächiger Construktion eine Stelle unter seinen Abbildungen gegeben.

Trotzdem wiederholt Scheerer (Metallurgie Bd. I. Fig. 103, S. 437) denselben Ventilator (obgleich die Quelle nicht genannt worden ist) und verbreitet sich besonders über die Vorzüge der drei als Leitcurven des austretenden Windes angebrachten Querwände des Gehäuses, welche das Luftquantum vermehren sollen.

Die Einsaugöffnungen sind bei diesem Apparat kreisförmig und das Rad ist an der Austrittsöffnung der Luft mit der Peripherie des Gehäuses vollkommen tangirend gedacht, während es auf der andern Seite derselben um die halbe Breite des Windkanals von der Gehäusewand entfernt ist.

Aehnlich in der Anlage, und in der Krümmung der Flügel zeigt sich ein auf Taf. II. des Rittinger'-

Digitized by Google

schen Werkes Fig. 23 abgebildeter Ventilator, an welchem die Entwickelung der Fundamentalgleichungen des Centrifugalventilators überhaupt vorgenommen worden ist — nur ist, wie bei allen Ventilatoren Rittinger's, der Einlauf einseitig und das Rad schmal und gross. Die Excentricität ist dabei mit grösster Strenge durchgeführt und die Radperipherie berührt die Innenfläche des Gehäuses genau an der oberen Kante des Auslaufs. Dasselbe findet auch bei den übrigen Ventilatoren Rittinger's statt und es trägt diese Eigenthümlichkeit jedenfalls ihr Theil zu dem schweren Gang bei, der die Rittinger'schen Apparate auszeichnet und der sie nur für hohe Pressungen mit Nutzen anwendbar macht.

§. 222. Der Lloyd'sche Ventilator empfiehlt sich neben dem Nasmyth'schen zum Betrieb von Giessereien und Werkstätten überhaupt und gehört zu den Apparaten mit ungleicher Schaufelbreite.

Dieses ist so zu verstehen, dass die gekrümmten Schaufelflächen zwischen zwei Schilden eingeschlossen sind und nur einen schmalen Schlitz frei lassen, durch den die Luft in das Gehäuse tritt; der Zufluss findet durch 2 Oeffnungen in jenen Schilden statt, deren Durchmesser genau der Einflussöffnung im Gehäuse selbst entspricht und es ist dafür Sorge getragen, dass durch genauen Anschluss des inneren Schildrandes an den Rand der Einlassöffnungen keine Luft in das Gehäuse tritt, ohne das Rad passirt zu haben.

Taf. XVII. giebt in Fig. 7 und 8 eine Skizze des Lloyd'schen Ventilators, wie ihn Wiebe in seinem Handbuch von den Maschinenbaumaterialien abgebildet hat. (Atlas Taf. IV. Fig. 5a, 5b.)

Der äussere Mantel ist von Gusseisen in vier Theilen angefertigt, von denen je zwei (nämlich die beiden oberen und die beiden unteren) dauernd zusammengeschraubt sind, während die horizontale Fuge durch lösbare Schrauben zusammengehalten wird, so dass hier leicht eine Trennung stattfinden kann.

Die Lager für die Flügelwelle sind in zwei starken Bügeln angebracht, die am Gehäuse angegossen

Digitized by Google

erscheinen und die Achse mit hinlänglich langen Büchsen umgeben.

Ausserhalb des einen dieser Lager sitzt die Treibrolle auf der Flügelwelle, die im Mittel des ganzen Apparates 6 gekrümmte mit geraden Schienen verstrebte Arme trägt, auf welchen die Flügel festgenietet sind. Diese sind, wie die Arme, gegossen; die Schilde aber, welche sie einschliessen, bestehen aus Eisenblech.

„Die Verhältnisse sind so gewählt, dass „der Querschnitt sämmtlicher Austrittsöffnungen an der äusseren Peripherie ebenso gross ist, wie „der Querschnitt der Eintrittsöffnungen an den beiden „Seiten des Ventilators und dass überhaupt sämmtliche Cylindermäntel von verschiedenem „Durchmesser, welche man um die Achse gelegt denken kann, so dass sie das Flügelgehäuse schneiden, gleich grosse peripherische „Durchgangsöffnungen für die Luft darbieten."

Der innere Rand der Schilde ist mit metallenen Ringen verkleidet, und der entsprechende Rand des Gehäuses mit gusseisernen Ringen, die beide sich in nur geringen Abständen bewegen, um den bestmöglichsten Anschluss herzustellen.

Ueber die Leistung eines Lloyd'schen Ventilators berichtet Cohen im Civilingenieur, IX. 31: Bei einer Umdrehungszahl von 1800 pro Minute und einem Kraftaufwand von $2^1/_2$—$3^3/_4$ Pferden (à 75 Kilogrammmeter) wurden 32—38 Ctr. Roheisen pro Stunde in einem Cupolofen von 21 Z. Formenhöhe mittelst harter englischer Cokes eingeschmolzen.

Der Wind hatte 7—12 Z. (Wassersäule) Pressung und der Cokesverbrauch betrug 10—12 Pfd. auf 100 Pfd. Einsatz, wobei indess das Anheizen nicht mitgerechnet wurde.

Die Lloyd'schen Ventilatoren der Borsig'schen Eisengiessereien in Berlin und Moabit haben 4 auf einer vollen Scheibe sitzende, in 2 Blechschilden gefasste Flügel; die Dichtung der Eintrittsöffnung des Gehäuses mit der Eintrittsöffnung des Flügelrades

Digitized by Google

wird durch einen Filzstreifen bewirkt. Bei 12—1500 Touren pro Minute giebt der ca. 3 F. grosse Ventilator den nothwendigen Wind für zwei Ireland'sche Cupolöfen und mit einem Drucke von 12—15 Z. Wassersäule.

§. 223. Dem Lloyd'schen Ventilator entsprechend, nur gradschauflig construirt, wurden von Richard Hartmann in Chemnitz einige Ventilatoren zum Betrieb der Giesserei auf Königin Marienhütte bei Cainsdorf geliefert, von deren eleganter und zweckmässiger Einrichtung die Fig. 9, 10, 11 und 12 der Taf. XVII. einen klaren Begriff geben.

Ganz besonders ist daraus die Befestigung der Wellenlager am Gehäuse zu ersehen und die Art, wie das Flügelrad sich gegen Ersteres am Rand der Einströmungsöffnung mittelst des bereits im vorigen §. erwähnten Metallringes abdichtet.

Ein solcher, mit 4 vollen und 4 halben Schaufeln ausgerüsteter Ventilator macht 800—1225 Touren pro Minute und genügt vollkommen für den laufenden Betrieb der Hütte. Im Ganzen sind zwei gleichgebaute Apparate vorhanden, von denen der eine gewissermaassen als Reserve dient. Die benutzte Kraft ist die einer liegenden 20pferdigen Umtriebsmaschine, welche ausserdem einen Gusswaarenschleifstein, ein Trockenpochwerk für Lehm und Sand, eine Emailmühle und noch 4 Arbeitsmaschinen der Modelltischlerei bewegt.

Für aussergewöhnliche Fälle steht noch das Hohofengebläse zu Gebote und es muss alsdann mit gepresstem Wind gearbeitet werden; dabei ist allerdings die Schmelzzeit viel kürzer und vermindert sich deren Dauer oftmals auf die Hälfte, obgleich das Eisen viel hitziger und giessbarer ausfällt als beim Ventilatorenbetrieb.

Hier tritt ein Fall der gelegentlich erwähnten Art ein, wo es zweckmässig ist, starkgepressten Wind anzuwenden. Die Zwickauer Cokes sind, abgesehen von ihrer sonstigen schlechten Beschaffenheit, grossem Aschengehalt u. s. w. ausserordentlich leicht und porös;

Digitized by Google

es würde sich empfehlen mit einer um so grösseren Pressung zu arbeiten, also mindestens mit der doppelten der für schottische und schlesische Cokes benöthigten, die doppelt so schwer als jene sind.*) Vergleicht man den Betrieb der gewöhnlichen Giessereicupolöfen auf Königin Marienhütte mit dem der Cupolöfen der Bessemerhütte, welche wenigstens zeitweise durch ein Leyser- und Stieler'sches Gebläse betrieben werden, so zeigen sich bereits wesentliche Unterschiede.

§. 224. Von Interesse für den Ventilatorenbetrieb sind die folgenden Notizen über den Guss zwei schwerer Chabottenstücke in Cainsdorf.

Bei dem Guss des ersten Stückes wurden 2 der erforderlichen Cupolöfen mit je einem Ventilator betrieben; nur bei Unterbrechungen wurde hiervon abgewichen, indem der eine Ofen mit dem dritten zusammen von der Bessemergebläsemaschine fortbetrieben, der andere Ofen dagegen so lange gedämpft wurde, bis der Grund der Unterbrechung beseitigt worden war.

Die folgende Tabelle giebt die Hauptnotizen für den Verlauf:

---

*) Vergleiche die Auseinandersetzung des §. 161.

Digitized by Google

Zeiten.	Ofen I.	Stillstände.	Maschine.	Ofen II.	Stillstände.	Maschine.
2 U. 15 M.	Anfang des Blasens			Anfang des Blasens		
2 „ 45 „ 3 „ 30 „	Riemenbruch	45 Min.	Ventilator I.	Riemenbruch	45 Min.	Ventilator I.
4 „ — „ 5 „ 30 „	Mit Ofen No. III. zusammen mit der Maschine		Ventilator I.	Riemenbruch	90 Min.	Ventilator II.
7 „ 35 „ 8 „ 15 „	Riemenbruch	40 Min.	Ventilator I.	Riemenbruch	40 Min.	Ventilator II.
9 „ 50 „ 11 „ 15 „	Riemenbruch — m. Ofen III. zusammen mit der Maschine		Ventilator I.	Riemenbruch	90 Min.	Ventilator II.
1 „ — „ 1 „ 30 „	Riemenbruch	30 Min.	—	Riemenbruch	30 Min.	—
2 „ — „ 2 „ 30 „ 5 „ — „ 6 „ 30 „	Riemenbr. mit Maschine bis zu Ende Aufgeben beendet.	30 Min.	—	Riemenbruch Aufgeben beendet.	30 Min.	Ventilator II. bis zu Ende.
8 „ 30 „	Ende des Blasens (77 Gichten und 11 Abstiche).		—	—	—	—
9 „ — „	—	—	—	Ende d. Blasens (83 Gichten u. 10 Abstiche).		

Digitized by Google

Beim zweiten Chabottentheil stellte sich in Folge der gewonnenen Erfahrungen das Verhältniss bedeutend günstiger.

Bei ca. 21stündigem Betrieb der sämmtlichen Oefen kam nur eine nothwendige Riemenverkürzung mit 40 Minuten und ein Riemenbruch mit 65 Minuten Aufenthalt vor, welche zusammen einen Verlust von $1^3/_4$ Stunde auf genau $11^1/_2$ Stunde Blasezeit ergeben. Im ersten Falle dagegen stellt sich bei $18^3/_4$ Stunden Blasezeit für beide Oefen ein durch Riemenbrüche veranlasster Zeitaufwand von 5 Stunden 25 Minuten heraus, welcher durch das Eingreifen der Maschine beim Ofen Nr. I. auf 2 Stunden 25 Minuten, also um 3 Stunden, vermindert wurde.

§. 225. Dem Lloyd'schen Ventilator schliesst sich einer der neuen in Amerika zuerst aufgestellten Apparate zum Betrieb von Cupolöfen und Schmiedefeuern an, dessen Einrichtung aus Fig. 13 und 14 der Taf. XVII. deutlich zu erkennen ist.

Dieser unter dem Namen des Ventilators von Sturtevant bekannte Apparat zeichnet sich durch mehrere originelle Details aus, die näher erörtert zu werden verdienen.*)

In einem ringförmig sich an der Peripherie erweiternden Gehäuse dreht sich ein zwischen Schilden eingeschlossenes Flügelrad mit etwa 8 ebenen Flügeln. Der Rand dieses Flügelrades am Lufteinlass wird durch einen an dem entsprechenden Rande des Gehäuses angeschraubten Metallring geführt und dadurch, dem Lloyd'schen Prinzipe folgend, gedichtet.

Derselbe Rand trägt jederseits einen dreibeinigen Stuhl, welcher die Lagerpfannen für die Ventilatorenwelle aufnimmt. Auf der Letzteren sind die nach aussen hohlen Riemenwellen aufgezogen und werden durch die Futter der Lagerpfannen, sowie durch metallene Schlussscheiben geführt und gehalten.

In welcher Weise die Innenräume dieser Riemen-

*) Vergl. American Journal of Mining 1867. Vol. IV. S. 639, welcher Quelle auch die Figuren der Taf. XVII. entlehnt sind.

Digitized by Google

scheiben zur Aufnahme des überflüssigen Schmiermaterials benutzt werden und wie sinnreich überhaupt die ganze Vorrichtung zum Schmieren der Ventilatorwelle angeordnet ist, erhellt aus der Zeichnung. Ebenso praktisch ist die Disposition der Lagertheile, welche einfach durch den Kopf der Stühle gesteckt und mittelst einer von aussen her aufgeschraubten Stopfbüchse, die eine kugelgelenkartige Anschwellung der Lagerbüchse umschliesst, festgezogen ist. Eine Erneuerung des Lagers, überhaupt jedes Auseinandernehmen des Apparates ist dadurch sehr erleichtert. Zum Betrieb dürfen nur zusammengenietete, genähte oder (bei Kautschuk) zusammengeklebte Riemen genommen werden und der ganze Apparat wird so eingerichtet, dass er sich zum Behuf des Riemenspannens mittelst starker Schrauben bewegen lässt. Natürlich muss das Lager dann ein sehr wohl befestigtes sein und während des Betriebes nicht nachgeben.

Ausführliche Betriebsnachrichten über diesen Ventilator sind noch nicht bekannt geworden; erscheinen dergleichen in der nächsten Zeit, so sollen sie bei dem Abschnitte über den Betrieb zur Erwähnung kommen.

§. 226. Eine besondere Gruppe für sich machen die Schiele'schen Ventilatoren aus, obwohl sie sowohl ihrem Prinzip, als auch ihrer Ausführung nach von den älteren Vorrichtungen Vieles entlehnt haben. Auf Taf. XVII., Fig. 15 u. 16, ist ungefähr die Skizze eines Schiele'schen Ventilators ohne Maasse angegeben, worauf sich die folgende Beschreibung bezieht.

Mit dem Nasmyth'schen Ventilator haben sie die fast radiale Stellung der Flügel gemein, dagegen besteht das Gehäuse selbst wesentlich aus zwei verschiedenen Theilen, einem concentrischen inneren Theil und einem sich darum excentrisch aufwickelnden äusseren Theil. Beide sind mit einander an der der Eintrittsöffnung gegenüber liegenden Seite mittelst eines um die ganze Peripherie des Gehäuses sich herumziehenden Schlitzes verbunden, den die Blechwände des Ganzen zwischen sich lassen.

Fig. 15 erläutert die Stellung der 7 Blechschaufeln,

Digitized by Google

die tangential zu der Nabe angeordnet sind — während Fig. 16 den innern Bau des Ventilators mit seiner einseitigen Lagerung deutlich macht.

Was die technische Ausführung anbetrifft, so ist der Ventilator, selbst bei 3—3½ F. Durchmesser, aus ganz leichtem Blech gebaut; nur Achse und Armkreuz sind einigermaassen massiv gehalten, die Schaufeln selbst dagegen nur so schwach, dass man sie leicht biegen kann.

Trotzdem haben Versuche mit einem derartigen Ventilator seine grosse Leistungsfähigkeit bewiesen; ob die Construktion hinreichend dauerhaft sein wird, ist eine andere Frage, die nicht so rasch gelöst werden dürfte.

In Betreff der verschiedenen, von Schiele construirten Ventilatorgrössen ist das von ihm ausgegebene Programm zu consultiren — welches die nothwendigste Auskunft ertheilt.

Da die Fabrikation der Ventilatoren Schiele's stets voranschreitet und immer neue Formen und Verhältnisse hervorbringt, so ist es für den Verfasser zur Unmöglichkeit geworden, von der neuesten Phase der Schiele'schen Construktionen Nachricht zu geben; dieselbe dürfte bis zum Erscheinen dieser Zeilen bereits überflügelt sein.

§. 227. Die Schwarzkopff'schen Ventilatoren bilden eine besondere Klasse von Apparaten, welche sowohl nach Bau als auch nach Effekt sich von allen übrigen Centrifugalgebläsen vollkommen unterscheiden. Obwohl sich die Anwendung derselben für Giessereien nicht empfiehlt und nur bei besonders leichten Brennstoffen eine hinreichend lohnende Leistung geben würde, so folgen hier doch die nothwendigsten Angaben über Bauart und Leistungen, wie sie von Wiebe in seinem Werke über Maschinenbaumaterialien, 2. Abtheilung, S. 364 u. ff., mitgetheilt worden sind.

Der Ventilator ist aus Gusseisen construirt; es fallen daher alle Vernietungen weg und die Construktion an sich wird einfacher; die erforderlichen Gusstücke gehören indess immerhin zu den schwierigsten Problemen der Eisengiesserei.

Die Flügelradwelle läuft mittelst Zapfen, welche

Digitized by Google

nach der Antifriktionscurve construirt sind, in Lagern, deren eines unmittelbar am Ventilatorgerüst befestigt ist, während das Andere in der Mitte der Hälfte des Ventilatorgehäuses angeordnet ist; jedes Lager hat hinter dem Zapfen eine Oelkammer; die Oelkammer des äussern Zapfens bietet für die Einbringung der Schmiere keine Schwierigkeit dar; diejenige des innern Zapfens ist aber mit einem Schmierrohre versehen, welches durch das Ventilatorgehäuse hindurch reicht und in eine Schmierbüchse mündet.

Das Flügelrad wird durch eine kegelartig gekrümmte Scheibe von Gusseisen gebildet, an der die Flügel radial und nur in ihren letzten Elementen gekrümmt, angegossen sind.

Das Ventilatorgehäuse besteht aus zwei, in einer zur Drehachse normalen Ebene zusammengeschraubten Hälften von ebenfalls kegelartiger Form; die Hälfte, welche die Kegelfläche des Flügelrades deckt, enthält die Einströmungsöffnung für die Luft, welche um die Achse herum eintritt, das Flügelrad trifft, von den Flügeln ergriffen und nach der äussern Peripherie hingeschleudert wird.

Hier fliesst sie über den Rand der Flügelradscheibe ringsum über und gelangt in die zweite Hälfte des Ventilatorgehäuses, welche mit angegossenen Direktionsschaufeln versehen ist; von diesen wird die in rotirender Bewegung sich befindende Luft aufgefangen und nach der Mitte hin zur Ausflussöffnung, der die Windleitung angeschraubt ist, hingeführt.

An diesem Apparat findet also ein doppelter Akt statt, einmal eine Verdichtung der Luft an der innern Peripherie des Flügelradgehäuses und demnächst eine Weiterbewegung der Luft in Folge des Durchsaugens durch die Austrittsöffnung, welche dem Einlass gegenüberliegt und gleich gross ist.

§. 228. Die Schwarzkopff'schen Ventilatoren pflegt man etwa in folgender Weise zu veranschlagen:

Digitized by Google

	Durchmesser des Flügelrades in Zollen				
	10.	20.	30.	36.	48.
Zahl der Umdrehungen pro Minute . .	3000—4000	1600—2000	1400—1800	1400—1800	1400—1600
Kraftaufwand in Pferdekraft	$^3/_8$—1	$1^1/_2$—2	3—4	4—6	6—8
Anzahl der betriebenen Schmiedefeuer	4—8	15—25	25—40	40—60	70—90
Kostenpr. pro Stunde in Thalern	55	130	220	275	390
Werth v. n R. (S. 602)	250—$333^1/_3$	$266^2/_3$—$333^1/_3$	350—450	420—540	560—640
Werth von n	50—$66^2/_3$	$26^2/_3$—$33^1/_3$	$23^1/_3$—30	$23^1/_3$—30	$23^1/_3$—$26^2/_3$

Bemerkung: Die zwei letzten Werthreihen sind nach Wiebe aus den vier ersten berechnet worden, um diese von der Fabrik gemachten Angaben einer Kritik zu unterwerfen.

Digitized by Google

Nach Versuchen, welche in der Fabrik von Schwarzkopff mit einem 30 Zoll grossen Ventilator angestellt wurden, ergaben sich in Bezug auf den Luftdruck folgende Resultate:

Tourenzahl pro Sekunde.	Luftdruck in Zollen Wasser.	n R.	Berechneter Druck nach den Wiebe'schen Formeln	
			Quecksilber	Wasser
24	7 Zoll	300	0,44	5,98
28	9 „	420	0,60	8,16
32	11½ „	480	0,78	10,61
36	14 „	540	0,98	13,33
40	16 „	600	1,19	16,18
44	19 „	660	1,43	19,47
48	21 „	720	1,69	22,98

Die Resultate dieser Versuche ergaben bis zu 36 Touren pro Sekunde einen etwas grösseren Werth, als die in früheren §§. für gewöhnliche Flügelventilatoren nach Wiebe aufgestellten Formeln, für mehr als 36 Umdrehungen einen etwas kleineren Werth als jene Formeln. Dies ist nach Wiebe dadurch zu ermitteln, dass die Wirkung der Schwarzkopff'schen Ventilatoren im Allgemeinen vortheilhafter sei, als die der gewöhnlichen und etwa einen um $\frac{1}{10}$ höheren Druck geben mag, als diese, dass aber bei dem schnelleren Lauf ein Gleiten der Riemen eingetreten und deshalb die wirkliche Zahl der Umdrehungen geringer gewesen sein möchte, als die aus der beobachteten Umdrehungszahl der Maschine mit Hülfe des Umsetzungsverhältnisses berechnete.

cc) Andere Gebläse für Giessereien.

§. 229. Ausser Cylindergebläsen und Ventilatoren sind zum Giessereibetrieb noch einige andere Constructionen vorgeschlagen worden, die aber nicht die Vortheile der erwähnten Gebläse besassen und deshalb keine allgemeine Anwendung gefunden haben.

Digitized by Google

Wir gestatten uns nur, zwei derselben zu erwähnen,

das Kapselgebläse

und

das Schraubengebläse

von Cagniard-la-tour, auch Cagniardelle genannt.

Mit dieser Erwähnung und kurzen Beschreibung ist indess eine Empfehlung durchaus nicht verbunden, sondern es soll damit, im Gegentheil, weiteren Erkundigungen nach dem Bau und der Wirkung dieser Constructionen begegnet werden.

Von einem auf dem Prinzip der Kapselräder beruhenden Gebläse giebt Cohn in seinem neuen Werke über Eisen und Stahl S. 50 eine kurze Beschreibung mit Beziehung auf die Fig. 1—6 der Taf. 13.

Dieses den Herren Roots, Connersville (Indiana), patentirte Gebläse wird in England ausschliesslich von Thwaites & Carbutt zu Bradford fabricirt und besteht aus einem flach elliptisch gestalteten Gehäuse mit cylindrischen Seitenflächen, in welchem sich 2 Kapselräder in umgekehrter Richtung drehen. Jedes Kapselrad ist so construirt, dass auf der Achse zunächst ein Cylinder von geringem Durchmesser sitzt, der seinerseits wieder die Kapselstücke trägt. Diese Kapselstücke sind so gross, dass ihre äussere Peripherie stets die oben erwähnte Cylinderfläche des andern Rades genau berührt.

Diese äussere Peripherie jedes Kapselstückes entspricht einem Centriwinkel von 90°, während die Innenflächen der Kapseln so verzeichnet werden müssen, dass stets eine Berührung der beiden Kapselräder mit einander stattfindet.

Es entstehen daraus Abwicklungsflächen von complicirter Gestalt, welche sehr genau gearbeitet werden müssen, wenn die Maschine ihre Pflicht thun soll.

Es finden deshalb bei der Ausführung derselben alle technischen Schwierigkeiten statt, die bei dem Bau eines Fabry'schen Ventilators vorkommen und wie bei diesem kann man auch die Kapseln in

Digitized by Google

blosse Flächen, auf Armkreuzen festgeschraubt, verwandeln.

Es muss angesichts dieser Uebelstände befremden, dass F. Cohn nur dieses eine Gebläse unter den sämmtlichen Ventilatoren ausgezeichnet hat, um so mehr, als gerade in England die Ventilatoren durch Nasmyth, Lloyd und Schiele so ausserordentlich gefördert worden sind.

Nur der Ruf, den die genannten Apparate in Amerika erlangt haben, kann die Veranlassung zu dieser unkritischen Maassnahme gewesen sein.

§. 230. Die Fehler der Roots'schen und anderer Gebläse verwandter Art können vermieden werden, wenn man versucht, einachsige Apparate zu construiren.

In neuester Zeit z. B. hat W. Wedding zu Berlin ein Patent auf ein rotirendes Kolbengebläse erhalten, welches den erwähnten Vortheil besitzt, nur eine Achse zu haben, also leichter ajustirbar zu sein, als jede zweiachsige Vorrichtung ähnlicher Bauart.

Dieselbe ist in zwei Exemplaren auf der Artilleriewerkstatt zu Spandau ausgeführt, doch hat die bereits geschehene Aufstellung einer etwas engen Windleitung es verhindert, dass die höchst ingeniös ersonnenen Construktionen zu ihrer richtigen Wirkung gekommen sind.

Es entsteht nämlich innerhalb eines gewissen Bruchtheils der Umgangszeit ein vorübergehender Stillstand der Leistung, welcher dem todten Punkt der gewöhnlichen Kurbel entspricht und der bei raschem Umgang ein Zittern des erzeugten Windstromes hervorruft; dasselbe ist aber nur für Schmiedefeuer empfindlich und bei Cupolöfen durchaus ohne jede andere als die akustische Bedeutung.

Zudem lässt sich dieser Zustand durch hinreichend weite, als Regulatoren wirksame Windleitungen vollkommen ausgleichen.

Das bei 400 Drehungen pro Minute einen mächtigen Luftstrom von fast 36 Zoll Wassersäule producirende Gebläse ist im Stande, auch bei 140 Touren,

Digitized by Google

ja selbst noch weniger, einen Cupolofen bequem zu betreiben.

Es ist zu wünschen, dass eine allgemeinere Nachfrage den jetzt noch etwas höheren Preis dieser Apparate ermässigen helfe; die an sich schon geringe Umdrehungsgeschwindigkeit kann bei entsprechender Vergrösserung des Gehäuses noch mehr vermindert und noch vortheilhafter eingerichtet werden und garantirt vor ähnlichen Störungen, wie sie beim Ventilatorbetrieb nur zu leicht vorkommen.

Ausserdem ist der geringere Verbrauch an Schmiermaterial, capitalisirt, dem Vortheil bei Benutzung solcher Apparate gutzuschreiben und dürfte ebenfalls zu der Kenntnissnahme des Apparates ermuntern.

§. 231. Die Cagniardelle ist sowohl zuerst von Guettier in Beziehung zu Giessereibetrieben gebracht worden, dem zufolge Koechlin in Mühlhausen die wirkliche Anwendung derselben ins Leben rief.

Weisbach (Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. III. 2. Abtheilung — Abschnitt III. — 4. Kapitel, S. 1162, §. 449) hat diese Gebläseart ebenfalls ausführlich behandelt und durch die Abbildung der für die Muldener Hütten bei Freiberg durch Schwamkrug construirten Cagniardelle sehr gut erläutert.

Die Welle dieses Gebläses war hohl und bestand aus Gusseisen; sie war ferner äusserlich 0,476 M. dick, hatte eine Neigung von 20° gegen den Horizont und wurde mittelst eines Räderwerkes durch eine Turbine in Bewegung gesetzt.

Das Blechgewinde (die schraubenförmige Fläche), lief $4^1/_2$mal um die Welle und bildete einen einzigen $3^1/_2$mal um die Welle laufenden Kanal. Dasselbe war mit einem schmalen an die Welle angegossenen Schraubengewinde durch Bolzen, sowie mit dem Mantel durch Nieten fest verbunden und erhielt durch 0,02 M. starke Streben, die vom Mantel diagonal nach der Welle gingen, die nöthige Steifigkeit.

Der Manteldurchmesser betrug 2,67 M. und die Weite eines Gewindes 0,70 M., so dass das Gebläse pro Umdrehung 3,8 Cub.-M. und folglich bei 6—7

Digitized by Google

Umdrehungen pro Minute 22,6—26,6 Cub.-M. Wind von 0,5—0,7 M. Wassersäule liefert, ein Quantum, welches für einen Cupolofen ausreichen würde. Lässt man die Grössen des Gehäuses zunehmen, und vergrössert man gleichfalls die Weite des Gewindes, so dass die Zahl der Windungen abnimmt, so vermindert sich die Pressung bei zunehmendem Luftquantum und man kann sich jedes beliebige Verhältniss herstellen.

Die von Koechlin erbaute Cagniardelle bestand aus vier Schraubgewinden, von denen jedes $1^1/_4$ mal um die Spindel lief; sie hatte einen Durchmesser von 8 und eine Länge von 10 Fuss und lieferte bei 5—6 Umdrehungen pro Minute 800 Cub.-F. Wind von ca. $^1/_2$ Pfund Pressung. (Jede Drehung lieferte nach Guettier's Angaben genau 5,90 Cub.-M. Luft von 0,03 M. Quecksilber.) Die gusseiserne Welle derselben war hohl und an beiden Enden offen, so dass sie einen Theil des durch die Gänge fliessenden Wassers wieder zurückführen konnte. Die Länge des Gehäuses betrug 2,85 M., sein Durchmesser 2,60 M., die Neigung der Achse gegen den Horizont 22—23°.

3. Von den Nebenapparaten des Ofenbetriebes.

§. 232. Unter dieser Ueberschrift ist Alles zusammengefasst, was sich nach dem §. 2 (S. 298) noch auf die Vorbereitung des Gussmaterials bezieht — also folgende Betriebsvorrichtungen:

Die Apparate zum Steigern der Windtemperatur, in Bau und Anlage z. Th. von den älteren, bei dem Hochofenbetrieb üblich gewesenen Einrichtungen auf den Giessereischachtofenbetrieb übertragen.

Die Vorrichtungen, um das Material leichter aufgeben zu können, — Aufzüge verschiedener Construktion, — welche, wie die vorerwähnten Apparate, sehr häufig dem Hochofenbetrieb entlehnt worden sind; ferner Gichtbühnen und schiefe Ebenen.

Die feststehenden Geräthe, welche zum Zerkleinern des Schmelzmaterials zu dienen berufen sind und auf keiner Giesserei fehlen dürfen;

Digitized by Google

hierhin gehören die Rammen und Fallwerke, um theils unförmlich alte Gussstücke zu zerkleinern, theils auch behufs genauester Sortirung eine Menge frischer Bruchflächen in kurzer Zeit an sonst regelmässigen Stücken darzustellen.

Alle die Apparate dieser Klassen sind mehr oder weniger untergeordneter Natur, weshalb auch ihre Besprechung gegen die der Oefen und der Gebläse räumlich wie bildlich ausserordentlich zurücktritt. Dazu kommt noch, dass die Anwendung eines dieser Apparate nicht mit gutem Gewissen empfohlen werden kann und es sich also um so mehr ziemt, nur der Vollständigkeit halber die Vortheile und Nachtheile solcher Anlagen in gedrängtester Kürze zu besprechen — wobei natürlich eine ausführliche Motivirung der Unzweckmässigkeit dieser Anwendung nicht unterlassen werden kann.

aa) Von den Winderwärmungsapparaten bei den Cupolöfen.

§. 233. Nachdem bereits im §. 24 dieses Hauptabschnittes S. 324 ff. einige Andeutungen über die Erhitzung des Windes bei dem Cupolofenbetrieb gegeben worden sind, handelt es sich nunmehr wesentlich darum, neuere Vorrichtungen zu betrachten, welche diesem Zwecke dienen.

Da im Allgemeinen die Erhitzung des Windes nur bei Roheisen von bestimmter Qualität, sowie bei der Anwendung sehr reiner Cokes anzuempfehlen ist, wie aus den Besprechungen der Brennstoffe in der zweiten Abtheilung des ersten Hauptabschnittes hervorgeht, so beschränkt sich das hier zu sagende auf wenige Worte.

In früherer Zeit, namentlich kurz nach der ersten Anwendung des erhitzten Windes im Eisenhüttenwesen, zeigte sich naturgemäss die Tendenz vorherrschend, das neue durch ökonomische Vorzüge glänzende Prinzip auf alle möglichen Prozesse des Fabrikationszweiges anzuwenden.

Damals wurden auch die durch Karsten im Atlas

Digitized by Google

seiner Eisenhüttenkunde, Taf. XII., Fig. 8 u. 9, Taf. XIII., Fig. 1—5, abgebildeten Winderwärmungsapparate für Cupolöfen eingerichtet und es erschien eine ausführliche Arbeit von Wachler über den Cupolofenbetrieb mit erhitzter Luft, in Karsten's Archiv XI. 198, in welcher das Verhalten einiger Eisensorten und die haushälterischen Vortheile der Einrichtung besonders hervorgehoben werden.

Ein Aufsatz von Engels, über den Betrieb der Cupolöfen auf Saynerhütte mit erhitzter Luft, ebenfalls in Karsten's Archiv IX. 217, war schon früher erschienen und hatte von ähnlichen Resultaten Mittheilung gemacht. Man war sowohl in Sayn, als auch in Malapane und Gleiwitz, dahin gelangt, fast genau die Hälfte der früher erforderlichen Cokes zu ersparen.

Vergleicht man indess diese Resultate mit den für den heutigen Tag gültigen Mittelwerthen des Brennstoffconsums in einem rationell construirten und mit kalter Luft betriebenen Ofen, so erscheinen die Letzteren ebenso günstig, in einzelnen Fällen sogar noch günstiger als die ersteren anfangs ungläubig angestaunten. Hiernach bedarf es keiner weiteren Worte, um den Werth jener damaligen Errungenschaften zu charakterisiren.

§. 234. Alle die älteren Winderwärmungsapparate für Cupolöfen bestehen: entweder aus mehr oder weniger zahlreichen Röhren-Windungen, welche in der Esse über der Gichtflamme und in solcher Höhe angebracht sind, dass die Aufgabe der Beschickung des Ofens keinerlei Störung erleidet; oder, der Wind circulirt in einem auf dem Gichtrand aufliegenden ringförmigen Rohre von hinreichender Weite und Wandstärke, von welcher aus sich dann die Windzuführungen nach den Düsen hin abzweigen. Manchmal wird auch die zuletzt erwähnte Disposition dadurch verstärkt und intensiver wirkend gemacht, dass man über dem auf dem Gichtrand aufliegenden Kanal noch einen zweiten Kanal in einiger Höhe anbringt und Beide durch eine Reihe

Digitized by Google

aufrechtstehender Rohrstutzen mit einander verbindet.

Einen solchen Apparat stellt Karsten auf Taf. XIII. seines Atlasses dar, wo unter Fig. 6—9 die Vorrichtungen zur Erhitzung der Gebläseluft bei den Cupolöfen zu Saynerhütte abgebildet sind.

Für die erste Disposition sind die auf Taf. XII. desselben Atlasses Fig. 8—11 angegebenen Zeichnungen der früher auf der Königl. Eisengiesserei zu Berlin vorhandenen Vorrichtung verwandter Art und die auf Taf. XIII. Fig. 1—5 befindliche Darstellung der Winderwärmungsapparate von Gleiwitzerhütte maassgebend und es wird hier lediglich darauf verwiesen.

Abgesehen von dem imaginairen Nutzen, den solche Vorrichtungen überhaupt gegenüber den neueren Cupolofenformen besitzen, sind die zuletzt angeführten Apparate von sehr unbequemer Bauart, insofern Auswechselungen häufig erfordert werden und der vielen Muffen und Flanschendichtungen wegen sehr zeitraubend sind. Sobald der eingestemmte Kitt nicht langsam erhärtet, sondern, kaum oberflächlich getrocknet, den stechenden Flammen der Gichtengase wieder ausgesetzt werden muss, bröckelt er rasch ab und wird auch theilweise vom Wind selbst herausgeblasen.

Die Reparaturen der Winderwärmungsapparate beim Hochofenbetrieb, an sich mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft, können immerhin mit Umsicht und Mühe ausgeführt werden, namentlich beim Vorhandensein eines oder mehrerer Reserven. Beim Cupolofenbetrieb, der weit mehr als jener dem Augenblicke huldigen muss, wo die Nachfrage von Seiten des Publikums direkt den Betrieb beeinflusst, wirkt eine Beschädigung solcher Apparate verhältnissmässig noch schädlicher durch Zeitverlust und geschäftliche Störungen.

§. 235. Trotz der unverkennbaren Vorzüge, welche das Sefstroem'sche Ofenprinzip, namentlich in Verbindung mit einer verständigen Schacht-

Digitized by Google

profilirung besitzt und welche sich in der ökonomischen Leistung des Ireland'schen Cupolofens gipfeln, — hat ein englischer Giessmeister die Construktion eines mit einem Winderwärmungsapparate versehenen Cupolofens versucht. T. Summerson von der Hope Town Foundry in Darlington hat einen Cupolofen entworfen, welcher bedeutende Ersparnisse im Brennstoffconsum nach sich ziehen soll.

Nach einer Abbildung und Beschreibung im Mechanics Magazine, 1. Bd. des Jahrganges 1866, S. 409, hat Kerpely diesen Apparat in seinen Jahresbericht der Fortschritte des Hüttenwesens, freilich etwas spät übernommen.

Fig. 1 der beifolgenden Taf. XVIII. giebt einen ungefähren Begriff von dem Summerson'schen Cupolofen; derselbe zeigt sehr einfache Verhältnisse in der Zustellung bis zur Gichthöhe d. h. dem Niveau der Aufgebethürschwelle. Dort erfährt der ganze Bau, sowohl Armatur als Futter eine Erweiterung zu einem cylindrischen Schacht, in dem sich zwei ringförmige aus Segmenten zusammengesetzte Winderhitzungscanäle von hochkantig rektangulärem Querschnitt, 4 Z. × 30 Zoll gross, über einander aufbauen.

Beide sind zusammen mittelst kurzer Rohrstutzen verbunden, haben alle einen verschiedenen Durchmesser, insofern sie, der untere der Gichtweite des Ofens, der obere der Essenweite, mit ihren nach innen gewandten Oberflächen genau entsprechen.

Beide Kasten sind durch ein 5zölliges Intervall von einander getrennt, und von der Wand des Schachtes auch noch 4—8 Zoll entfernt, so dass die Flamme freies Spiel hat.

Die Windleitung führt vom Gebläse aus zunächst nach dem oberen der beiden Kasten, der Wind streicht von da in den unteren und aus diesem durch zwei engere Leitungen direkt nach den Düsen hin. Der untere Kasten hat nur drei Viertelsegmente, weil die Stelle des vierten durch die Aufgebethür beansprucht wird.

Digitized by Google

Der oberste Kasten ist dagegen vollständig rund und hilft seinerseits den oberen Abschluss des Heizschachtes tragen; eine Disposition, die unseres Bedünkens nach auch nicht besonders vortheilhaft ist, da die Bewegung des Kastenmaterials in Folge der Ausdehnung unmöglich vortheilhaft auf das gefugte Mauerwerk des Obertheils wirken kann.

bb) Von den Vorrichtungen, die dazu dienen, das Aufgeben der Beschickungsmaterialien bei den Cupolöfen zu erleichtern.

§. 236. Der Transport der Schmelzmaterialien von der Sohle der Giesserei — welche in den meisten Fällen dem allgemeinen Niveau des Hüttengrundes entsprechen wird — bis auf die Gicht hat eine Menge mehr oder weniger einfacher Methoden und Vorrichtungen hervorgerufen, die sich von der primitiven Leiteranlage bis zum Betrieb eines wirklichen Aufzuges steigern können. In allen Fällen, wo der Werth der Methode technisch zweifelhaft erscheint, wird ein Umstand als der entscheidende ausgezeichnet werden müssen: die Leistung der Bedienungsmannschaft des Ofens ausgedrückt durch das Bruchtheil des Menschentagewerks (12stündige Arbeit eines Mannes) pro Gewichtseinheit des geleisteten Gusses.

Eine absolute Gültigkeit für alle Verhältnisse kann natürlich diese Regel nicht beanspruchen, weil die Art, die Specialität der Fabrikation, noch mehr die Funktion des einzelnen Ofens auf das Verhältniss der erzeugten Gussmenge zur Ofenbesetzung einwirken muss.

Bei der Betrachtung der Schmelzarbeit selbst im folgenden Hauptabschnitt kommen die solche Verhältnisse belegenden Zahlen speciell zur Erwähnung, weshalb der Werth derselben hier nur allgemein angedeutet werden kann.

Das Aufgeben ohne Bühne mit bloss angesetzter Leiter bildet den Ausgangspunkt, ist aber

Digitized by Google

selbst eine so sehr ohne jede technische Beihülfe geschehende ganz rohe Arbeit, dass die Erwähnung hinreicht, darüber abzuschliessen.

Nur wenig günstiger sind die Aufgebedispositionen, welche eine 2—4 F. höhere Lage der Sohle in der Aufgebekammer durch Terrassirung oder Pflasterung ermöglichen und die an die Ofenwand anzulegende Leiter dadurch um eine Kleinigkeit verkürzen.

Es lässt sich eine solche Einrichtung dauernd und bei niedrigen Cupolöfen anwenden, d. h. bei älteren Construktionen, die mit starker Pressung arbeiten und deshalb niedere Oberschächte haben.

Den ersten Gegenstand der Besprechung bilden demnach die wirklichen Gichtbühnen der Cupolöfen und deren Einrichtung; die Zugänge zu den Bühnen reihen sich dem an, und schliesslich sind die Aufzüge als Schluss dieser Gruppe von Nebenapparaten der Schachtöfen zu beschreiben.

§. 237. Die einfachste Art von Gichtbühnen ist ein auf Balken ruhender starker Holzbelag, der auf seiner Oberseite mit eisernen Gussplatten verkleidet ist, um das Anbrennen durch herabfallende aus der Gicht emporgeblasene Cokesstückchen zu verhüten.

Zu dieser ca. $2^1/_2$—3 Fuss unter der Schwelle der Aufgebethür gelegenen Ebene führt eine gewöhnliche 3—4 F. breite Holztreppe empor, die den Aufgebern zum Verkehr dient und gleichzeitig das einzige Mittel bildet, die Materialien hinaufzuschaffen.

Um immer eine bestimmte Anzahl Gichten vorräthig und dabei übersichtlich aufstapeln zu können, ist es nöthig, dass die Gichtbühne eine bestimmte nicht zu geringe Grösse besitze. Wo der Raum in hinreichend grossem Maasse zur Disposition steht, richtet man die Bühne so ein, dass der Tagesbedarf an Roheisen, oft noch darüber, Platz auf derselben findet und dass ausserdem noch die nothwendige Waage aufgestellt werden kann.

Von diesen Grundsätzen in Betreff des Raumes, den eine Bühne bieten soll, kann man nur dann ab-

Digitized by Google

weichen, wenn die Cupolöfen an einer künstlichen Mauerterrasse stehen, so dass die Aufgebekammer sich auf der letzten befindet. Von dem Materialhofe aus führt eine langsam steigende geräumige Fläche allmählich auf die Terrasse und das Material kann alsdann mit Karren bis unmittelbar unter die Ofengicht gefahren werden.

In vieler Beziehung ist eine solche Construktion die beste, aber sie nimmt stets etwas zu viel Platz in Anspruch, um in grossstädtischen Fabriken angewandt werden zu können.

Entschliesst man sich, überhaupt von dem Aufgeben vermittelst der an den Ofen gelehnten Leiter oder Stiege abzustehen und eine Bühne anzuwenden, so ist das Beste, dieselbe gleich so hoch anzulegen, dass der darunter bleibende Platz nicht verloren ist, sondern entweder als Verbindungs- oder als Arbeitsraum gebraucht werden kann. In diesem Sinne werden die Construktionen der Bühnen bei gut organisirten Werken ausgeführt — besonders da, wo die gleichzeitige Anwendung einer der neueren hohen Cupolofenformen es zu kostspielig oder ganz unmöglich macht, massive Terrassen anzulegen.

Die Schmelzbühnen der Berliner Giessereien, z. B. der Borsig'schen, Schwartzkopff'schen u. a. Werke, die Bühnen in Lauchhammer, Witkowitz, Bayenthal, Hörde bieten gute Beispiele.

§. 238. Wegen der Feuergefährlichkeit des Holzbelags hat man häufig die Einrichtung so getroffen, die Bühnen vollständig aus Eisenplatten zu construiren, wobei natürlich gewalzte Rippen- oder Dessinplatten den Vorzug erhielten. Gusseisen hierzu zu verwenden ist nicht angezeigt, weil seine Festigkeitsverhältnisse nicht der Art sind, für die Benutzung solcher Bühnen ausreichende Garantien zu bieten. Die Platten könnten nur klein und verhältnissmässig stark gebraucht werden; dadurch würde der ganze Bau sehr schwerfällig, kostspielig und wenig praktisch werden.

Wie eine eiserne Aufgebebühne in eleganter und ohne Raumverschwendung in geräumiger Weise für

Digitized by Google

mehrere Oefen angelegt werden kann, hat F. Cohn in seinem Werke über Eisen und Stahl auf Taf. 14 u. 14a bei der Illustration der Woodward'schen Cupolöfen gezeigt.

Die Gichten derselben, mit Fülltrichter und Klappen versehen, liegen fast genau in der Ebene der eisernen Bühne und werden von dieser vollständig umschlossen, während die Abzüge seitlich unterhalb der Gicht stattfinden und die Dampfblaserohre von oben her in diese Abzüge führen resp. dort ausmünden.

Die Bühne, aus gerippten Gussplatten bestehend, steht auf eisernen Säulen und ist mit einem Geländer umgeben.

Die Hebel und Gegengewichte, welche das Oeffnen und Schliessen des Fülltrichters reguliren, liegen natürlich oberhalb der Bühne, sind für den Arbeiter sehr leicht zu erreichen und bequem zu handhaben.

Die Treppe auf Taf. 14a hat ca. 45° Neigung, ist also nicht zu steil, um die Materialien herauf zu transportiren; auch gewährt die Oberfläche der Bühne hinreichenden Raum, um bereits vor dem Anblasen den Aufgebern etwas vorzuarbeiten.

Wie in England allgemein, wird auch hier in freier Luft und ohne Bedachung gearbeitet; die klimatischen Verhältnisse Norddeutschlands würden dieses nicht gestatten und die ganze Anlage könnte ein leichtes, auf die verlängerten Gebäudepfosten gelegtes Dach nicht gut entbehren.

In andrer Weise sorgfältig gebaut ist die vollkommen geschlossene Aufgebekammer der Eisengiesserei von L. Schwartzkopff in Berlin — welche sich in der oberen Etage eines an die Giesshalle stossenden Anbaues befindet und von aussen durch eine Stiege zugänglich ist.

Diese Bühne liegt mit den Schwellen der verschliessbaren Aufgebethüren in einer Ebene und ist mit Eisen dauerhaft überdeckt. Sie ist geräumig genug, um die drei Cupolofengichtthüren zu beherrschen und da gleichzeitig selten mehr als eine derselben betrieben wird, so lassen sich ausser dem

Digitized by Google

Schmelzmaterial, nach Gichten gepackt und geordnet, ein namhafter Vorrath an Brennstoff aufspeichern.

§. 239. Für grosse Anstalten, denen es weder an Raum noch an willigen Arbeitskräften mangelt, also für Anstalten an kleineren Orten oder auf dem Lande, eignet sich besonders die Anlage von schiefen Ebenen als Zugang zur Gichtbühne.

Diese Anordnung hat vor der blossen Treppe zunächst die grössere Bequemlichkeit voraus und gestattet in Folge dessen mit derselben Kraftsumme eine grössere Last an Material auf die Gicht zu transportiren, als vermittelst einer Treppe.

Besonders wichtig wird dieser Vorzug bei Giessereien, die von früh bis spät ihre Oefen betreiben müssen, wo also es unmöglich ist, einen einigermaassen reichlichen Vorrath an Material vor Beginn der Schicht auf das Gichtenplateau zu schaffen; ist allerdings ein disponibler Mechanismus, z. B. eine Wellenleitung, in der Nähe, dann empfiehlt sich die Anlage eines Aufzuges vor der einer schiefen Ebene.

Dieser Fall gehört im Allgemeinen noch immer zu den Ausnahmen, und es ist deshalb nicht überflüssig, einige concrete Fälle hier zu erwähnen.

Die Eisengiesserei von F. Wöhlert in Berlin zeigt die einfachste Anwendung der schiefen Ebene; zwei ziemlich niedrige, noch dazu tief stehende Cupolöfen ragen um ca. 2—3 Fuss über die hinter denselben befindliche Gichtterrasse empor und nach dieser führt von dem Hofe aus ein bedeckter und schräg ansteigender Flur.

Sowohl die Gichtplatte, wo zunächst Brennstoff und Brucheisen in grossen Haufen ausgestürzt liegen, als auch die Seiten des ansteigenden Flurs, wo hauptsächlich die Roheisengichten aufgestapelt sind, werden zur Aufnahme des Beschickungsmaterials benutzt und gewähren nicht jederzeit einen erfreulichen Anblick, weil es bei einem solchen Raummangel unmöglich ist, bei lebhaftem Betrieb einigermaassen Ordnung zu halten.

Den stärksten Contrast zu dem eben geschilderten

Digitized by Google

Verhältniss bietet die Eisengiesserei des Witkowitzer Eisenwerks bei Mährisch-Ostrau*), obwohl man hier wieder die Raumverschwendung, wenn nicht rügen, doch nicht als mustergültig anerkennen kann.

Für zwei Cupolöfen von ziemlicher Höhe ist eine gegen 25 F. breite und 30 F. tiefe Bühne in der Art an die Langseite der Giesserei angebaut, dass die Ueberdachung derselben mit dem Giebel nach dem Materialhofe sieht.

Von dieser Bühne sind die zwei Nebenseiten theilweise offen, die Giebelseite ganz und gar — eine breite und bequeme schiefe Ebene führt aus dem Hofe hinauf und ist ebenfalls vollkommen gedeckt.

Auf der Bühne werden einerseits die Roheisenstücke, den Oefen am Nächsten, aufgestapelt; andrerseits können fast sämmtliche Cokes Platz finden.

Die Waage ist nahe bei den Ofenthüren an der Hüttenwand angebracht und die Schmelzer befördern die Eisengichten direkt von der Waagschale in den Ofen.

§. 240. Diese Disposition zu Witkowitz veranlasste den Verfasser bei einem im Frühjahr 1864 angeregten Umbau zweier Cupolöfen der Königl. Eisengiesserei bei Gleiwitz ein ähnliches Prinzip für den Zugang zur Aufgebebühne festzuhalten, das Ganze indessen in bescheidenerem Umfang anzulegen.

Fig. 2 und 3 der beifolgenden Taf. XVIII. geben eine ungefähre Andeutung von der ganzen Anlage, deren technische Motive in dem unten bruchstücksweise mitgetheilten Erläuterungsbericht des Verfassers enthalten sind.

An der langgestreckten Hochofenhütte des Gleiwitzer Werkes befanden sich die beiden Cupolöfen auf der einen Seite desselben und zugleich an der von aussen wenig zugänglichen Rückwand der Halle.

---

*) Siehe über Lage und Betriebsgrundlage dieses oft citirten Werkes — S. 36 dieses Bandes.

Digitized by Google

Abgesehen von der ganzen Unbequemlichkeit des alten Essenunterbaues, der keine Gichtbühne anzulegen gestattete, sondern das Aufgeben mit einer kleinen Stiege als den allein möglichen Modus übrig liess, war die Lage der Förmer am entgegengesetzten Ende der Hütte eine fast unerträgliche — umsomehr, als dem Herkommen und anderen Verhältnissen gemäss die Produkte dieser Kameradschaft vorwiegend aus Maschinen- und Armaturguss bestanden. In der Mitte der Langseite lagen die Arbeitsgewölbe der beiden Hochöfen des Werks und davor die Abstichfelder, welche nur einen kleinen Arbeitsraum ausser dem nächst der Mittellinie durch die ganze Länge der Hütte führenden Hauptgang frei liessen. Dieser Arbeitsraum wurde zum Abstichfeld der neuen Cupolöfen ausersehen, und in Betreff der ganzen neuen Anlage wurden damals folgende Construktionsgrundlagen von dem Verfasser festgehalten.

§. 241. Die betreffenden Stellen des Berichtes lauteten:

„Um einen kostspieligen und für den Betrieb „durchaus unnützen Essenbau aus Steinen zu vermeiden, „wurde über jedem Cupolofen eine Blechesse von „30—36 Z.*) projektirt, welche in ihrer Gesammthöhe „den First des Hüttendaches um einige Fuss überragt.

„Diese Blechessen sollen auf die Gichtmauern „der Cupolöfen gestellt und mit denselben so fest ver„bunden werden, dass eine anderweitige Verbindung „derselben mit dem Gebäude unnöthig erscheint.

„Die beiden Oefen kommen nebeneinander, vor „2 Fenster der Hütte zu stehen; diese Fenster werden „mit einer leichten Mauer verblendet und nur zu dem „Eisenkanal wird eine Oeffnung von pptr. 6—8 Qu.-Z. „freigelassen.

„Die Schlackenthüren der Oefen fallen auf die „der Hütte entgegengesetzte Seite derselben, um eine „leichtere Abfuhr der Abfälle zu ermöglichen.

„Die Aufgabe der Gichten findet von einem ca.

*) Vergl. die Essenanlage auf Taf. II. dieses Bandes.

Digitized by Google

„6—7 F. über der Hüttensohle erhöhten Plateau vor „beiden Oefen statt; auf dasselbe führt eine das Hinauf- „karren resp. Tragen ermöglichende, einmal im rechten „Winkel gebrochene schiefe Ebene.

„Diese sowie das Aufgebeplateau, auch ein Theil „der Erdsohle neben demselben soll mit einem an die „Hüttenwand anstossenden Dach überdeckt werden, „dessen Giebelfront parallel der alten Hüttenfaçade „aufzurichten ist.

„Das Dach wurde in der Zeichnung so gross als „möglich angelegt, um die Cokes und das Eisen wenig- „stens für einen Tag schützend unterbringen zu können. „Licht erhält der eingedeckte Raum durch zwei Fen- „ster auf der Giebelseite und durch die bis auf Wei- „teres offenen Langseiten, deren Verkleidung im „Nothfall provisorisch durch Bretter rasch geschehen kann.

„Durch diese Anlage wird es möglich, allen Thei- „len der Hütte gleichmässig den Bedarf an Guss- „material zu verabfolgen, während jetzt die Mann- „schaften am nordöstlichen Ende der Hütte durch den „weiteren Weg zum Ofen gegen die übrigen Leute „unbedingt in einem ungerechtfertigten Nachtheil „sich befinden.

„Ausserdem findet nach der neuen Einrichtung „der Betrieb der Oefen ausserhalb der Giesserei „seinen Verlauf und der Transport der Materialien so- „wohl als der Abfälle durch die Hütte, der zu „vielen Ungehörigkeiten Veranlassung gab, ist ferner „unmöglich.

„Ein dritter Vortheil ist das erleichterte „Aufgeben durch die Anlage einer geräumigen und „hoch genug angebrachten Bühne mit leichtem und „bequemem Zugang. Dadurch wird es erst möglich, „ohne Ueberlastung der Arbeiter den Betrieb so zu „steigern, wie es den ökonomischen Forderungen der „Jetztzeit allein angemessen ist.

§. 242. Es bleibt uns nur noch die Betrachtung der Aufzüge übrig, welche, wie schon erwähnt, da angebracht erscheinen, wo der sparsam zugemessene Raum neben einer häufig überangestrengten Betriebs-

Digitized by Google

thätigkeit der Oefen ein mechanisches Hülfsmittel erfordern.

Es giebt hierbei hauptsächlich drei verschiedene Prinzipien der Construktion zu beachten:

einmal der gewöhnliche Haspel oder Kabel mit Handbetrieb;

dann derselbe in ausrückbarer Verbindung mit einer umlaufenden Betriebswelle;

endlich hydraulische und pneumatische Hebewerke.

Die erste Art von Vorrichtung erfüllt ihren Zweck nur unvollkommen, weil bei lebhaftem Betrieb die Haspelbewegung schliesslich fast ebensoviel menschliche Kraft in Anspruch nimmt, als das einzelne Heraufschleppen der Gichten.

Man erzielt somit nur geringen Vortheil bei dieser Art von Mechanismus und muss nebenher noch das Kaufgeld des Haspels verzinsen.

Die beiden übrigen Arten von Aufzügen gebrauchen eine thätige oder eine aufgehäufte mechanische Kraftwirkung und sind in einem lösbaren Zusammenhang mit derselben, so lange ihr Betrieb erforderlich ist. Nach beendeter Arbeit stellt man durch Ausrücken einer Kupplung auf der Betriebswelle, oder durch Schliessen der Accumulatoren- oder Reservoirhähne die Wirkung des Motors auf das specielle Werkzeug ab, und die Mannschaften haben nichts weiter zu thun als den Aufzug periodisch zu laden und zu entladen.

Dadurch wird die Ueberbürdung vermieden und es bleibt den Arbeitern mehr Freude und Lust am regelmässigen Betrieb des Ofens; die Gichten werden anerkanntermaassen viel genauer und präciser gesetzt, als wenn den damit beauftragten Leuten noch eine bedeutende Summe von Nebenarbeiten zufällt.*)

Als Beispiele mögen die Aufzüge der Borsig'schen Eisengiesserei in Berlin und einer ungenannten

*) Diese Erfahrung, welche der Hochofenbeamte sehr häufig machen kann, wird dem Giessereitechniker ebensowenig erspart.

Digitized by Google

Westphälischen Hütte erwähnt werden, von welchen der erstere auf Riemenbetrieb, der andere auf pneumatischer Wirkung beruht.

§. 243. Die Aufgebebühne der Borsig'schen Eisengiesserei stösst auf der Rückseite an den Raum, in welchem die Betriebsmaschine der Drehwerkstatt arbeitet und man hat diesen Umstand benutzt, um mittelst einer doppelten Riemenübertragung auf ein Paar neben einander befindliche Riemenscheiben, von denen die eine breite fest, die andere lose auf der Welle sitzt, den Betrieb des Gichtaufzugs anzuordnen.

Das Aus- und Einrücken des Riemens geschieht in der gewöhnlichen Weise und das Plateau, auf welchem ein niedriger Wagen voll zerschlagenen Roheisens oder ein hoher voll Cokes festgehängt ist, wird so hoch über die Bühne weggezogen, dass die Fallthüre der Oeffnung wieder geschlossen werden kann, um die Last abzusetzen. Die doppelte Riemenübertragung erlaubt es, die Bewegung in die umgekehrte ohne grossen Zeitverlust umzusetzen, eine Bremse ist nicht vorhanden, weil die geringe Höhe des Aufzugs und die Kleinheit der Last-Rollen keine Ansammlung von Kraft begünstigen.

Für den Betrieb von Ireland'schen Oefen, wie hier, kann man so verfahren, dass jeder Zug eine vollständige Eisengicht in die Höhe führt, da zwischen zwei Aufgaben immer ein hinreichend grosses Zeitfragment übrig bleibt.

Der hydraulische Aufzug, der auf Taf. VII., Fig. 7 und 7a, dargestellt ist, hat eine sehr einfache Einrichtung; der Dampf drückt auf die Oberseite des Kolbens, Fig. 7a, und zwingt dadurch das darunter befindliche Wasser, welches mittelst des Leitungsrohres in den schmalen und hohen Elevatorencylinder gelangt, den im letzteren sich auf und ab bewegenden Kolben in die Höhe zu steigen.

Anstatt dieser direkten Dampfeinwirkung kann man in geeigneten Fällen mit Accumulatoren arbeiten, z. B. bei den Cupolöfen der Bessemerwerke, wo für

Digitized by Google

die Ansammlung von Druckwasser in bedeutenderem Maassstabe in der Regel gesorgt ist. Diese Aufzüge mit hydraulischer Kraft sind noch bequemer als die mit Wellenbewegung, und arbeiten zu gleicher Zeit sicherer und geräuschloser.

Pneumatische Apparate beruhen in ihrer Einrichtung meist auf dem Prinzip des umgekehrten Gasometers; unter eine in Wasser getauchte Glocke tritt comprimirte Luft und hebt die Glocke in die Höhe.

Auf der Haube der Glocke ist die Platform zur Aufnahme der Transportwagen oder der Beschickungsgefässe angebracht und vermittelst Leitungen wird die Platform sicher und ruhig auf und ab bewegt. Wo ein starkes Gebläse vorhanden ist, kann man einen solchen Aufzug leicht einrichten.

cc) Von den Vorrichtungen, welche zum Zerkleinern des Giessmaterials dienen.

§. 244. Das Zerkleinern des Eisens geschieht gewöhnlich mittelst schwerer zweihändiger Fäustel, soweit die Grösse der Materialstücke einen solchen Betrieb zulässt, soweit also das Format der Barren kein ungewöhnliches ist.

Wo es sich darum handelt, schwere Stücke zur Einschmelzung zu bringen, ist es aber erforderlich, die Zerkleinerung derselben mit Hülfe stärkerer Mechanismen auszuführen und man bedient sich dann der sogenannten Rammen.

Die gewöhnlich bei einer Eisengiesserei aus Bäumen errichtete gebräuchliche Form einer solchen Ramme ist die eines dreibeinigen Gerüstes, welches in seinem Scheitel den Aufhängepunkt einer Rolle bietet.

Ueber diese Rolle läuft ein Seil, das an dem frei niederhängenden Ende die Scheere zum Fassen des Rammklotzes trägt, an dem andern Ende dagegen nach der Trommel einer zwischen zwei von den Bäumen angebrachten Winde führt.

Diese Winde dient zum Aufwinden des 2—10 Ctr.

Digitized by Google

schweren Rammklotzes, einer Kugel mit eingegossener schmiedeeiserner Oese, welche von den Zangenenden der Scheere gepackt wird.

Wenn der Rammklotz hinreichende Fallhöhe erreicht hat, löst man mittelst einer langen und dünnen Leine die Scheere aus, und der freie Fall der Kugel findet alsdann statt.

Eine Führung des fallenden Werkzeuges, wie man sie bei den Rammmaschinen zum Einschlagen von Pfählen hat, findet hierbei nicht statt, und es kommt also besonders darauf an, dass die Arbeiter die zu zerkleinernden Eisenstücke richtig unter der Ramme disponiren, um den Fall des Klotzes erfolgreich zu machen.

Diese Vorrichtungen arbeiten sehr langsam und leisten wenig, so dass sie nur für groben Ausschuss, sowie für altes Gusseisen von bedeutender Dimension unentbehrlich sind.

Auch da zieht man vor, sobald es die Gestalt der Stücke irgendwie gestattet, dieselben auf der Drehbank durch schmale Schnitte zu zertheilen, obwohl ein kleiner Materialverlust alsdann stattfindet.

§. 245. Für eine gewöhnliche Ramme ist nach Guettier (S. 246 seines Werkes) nur ein Punkt erforderlich, um eine Rolle aufzuhängen.

Indess betont derselbe Autor die Nothwendigkeit, durch eine passende Anordnung der zugehörigen Constructionen die Erschütterungen der Umgebungen durch den Betrieb der Rammen möglichst zu vermindern und giebt deshalb auf Taf. IX., Fig. 22, die Einrichtung eines Gerüstscheitels mit Rollenanlage, die wir auf Taf. XVIII., Fig. 4, wiederholt haben. Dieser Dreifuss oder Stuhl muss aus gutem Fichtenholz gebaut sein, um den Stössen besser zu widerstehen. Seine Höhe soll 15—20 Meter betragen, also 46 bis 63 Fuss; es genügen aber schon 25—30 Fuss Fallhöhe für mittlere Giessereien. Solche, welche vorherrschend Stücke von bedeutendem Gewicht darstellen und auch zerkleinern müssen, können höhere Apparate nicht entbehren. Der Bär ist hierbei oft cylindrisch, kann

Digitized by Google

indess auch birnenförmig gestaltet werden, wie Guettier ihn in Fig. 23 dargestellt hat.

Dabei bemerkt er, dass das beste Material weisses Roheisen sei, nur müsse bei dem Entwurfe der Gestalt alles Eckige, Vorspringende vermieden werden, um das Lossspringen von Splittern und Bruchstücken zu vermeiden.

Die Rammkugeln auf Gleiwitzerhütte wurden stets von stark halbirtem Roheisen in Lehmformen gegossen und besassen eine harte Oberfläche; beim Zerkleinern von Hartgüssen kam es hin und wieder doch vor, dass die Rammkugel an Stelle des zu zerkleinernden Objektes barst.

Noch ist anzuführen, dass die Winde der Ramme Vorrichtungen besitzen muss, um durch Ausrücken der Sperrklinke und eines Getriebes auf der Kurbelwelle die Verbindung der Trommel mit der letzteren vorübergehend aufzuheben und nach jedem Schlag einen raschen Niedergang des Scheerenklobens zu ermöglichen.

In dieser Beziehung empfehlen sich vielleicht die von Weisbach (Ingenieur- u. Maschinenmechanik III. S. 505, Fig. 489 u. 490) abgebildeten und beschriebenen Einrichtungen der Kunstramme zum Pfahleinschlagen.

§. 246. Für den möglichst genauen Betrieb des Cupolofens möchte es in einigen Fällen von Wichtigkeit sein, maschinelle Vorrichtungen anzuwenden, um die Gänze und Barren zu zerkleinern, anstatt sich hierzu der Handhämmer zu bedienen.

Bekanntlich wendet man zum Zerkleinern der Rohschienen in solchen Walzwerken, wo vorzugsweise Qualitätseisen dargestellt wird, Fallwerke an, um Brüche zu erhalten, anstatt glatter unkenntlicher Schnittflächen.

Es wäre die Errichtung solcher Bruch- oder Fallwerke namentlich für grossstädtische Giessereien, kein schlecht angelegtes Capital, in sofern einmal die Eisenstücke gleiche Grösse erhalten würden und auch im Bezug auf die Form der Bruch-

Digitized by Google

stücke von flachen Gänzen eine grössere Uebereinstimmung erzielt würde;

dann eine reine und nicht beschmutzte Bruchfläche leichter zu erzielen wäre — welcher Umstand einerseits die Controle erleichtern, andererseits auch zur Reinheit des Schmelzens beitragen dürfte.

Die Einrichtung eines solchen Fallwerkes müsste hinreichend kräftig sein, um ohne Reparatur täglich ein paar Stunden betrieben werden zu können.

Jede Barre bekommt zwei Auflager und auf die schwebende Mitte muss alsdann der Streich des mit scharfer und wenig gerundeter Bahn versehenen Fallbären auftreffen.

Da die Bedienung eines solchen Apparates bequem von älteren, halbinvaliden Arbeitern ausgeführt werden kann, zu deren etwa nothwendiger Unterstützung die Eisentransporteure des Werkes vorübergehend beitragen müssten, lässt sich die Lohnsfrage von vornherein als günstig bezeichnen. Die gesteigerte Leistung tritt dazu, um die Anlagekosten eines solchen Apparates verzinsen zu helfen.

Diese Betrachtungen und eigne üble Erfahrungen im Bezug auf das freihändige Zerschlagen des Roheisens veranlassten den Verfasser, die vorstehende Anregung zum Gebrauch von Fallwerken zu geben.

Abtheilung b. *Die Betriebsvorrichtungen, welche zur Vorbereitung der Formen selbst dienen (event. zum Gusse und zur Zerstörung der Formen gebraucht werden).*

§. 247. Diese zweite Abtheilung der sämmtlichen Betriebsvorrichtungen umfasst wesentlich zwei Gruppen von Apparaten und Maschinen, deren Bestimmung und Zwecke sie unterscheiden.

Die eine Gruppe wird von Betriebsvorrichtungen gebildet, die eine allgemeinere Bestimmung besitzen — es gehören hierher alle Transportvorrichtungen grösserer Art — also sämmtliche Krahne und Winden. Man benutzt dieselben sowohl zur Manipulation bei dem Anfertigen der Formen, und zum Transport

Digitized by Google

der fertigen Formen, als auch zum Guss selbst und zum Transport der erzielten Produkte, der Abfälle des Betriebes, sowie des leeren Inventars.

Die andere Gruppe enthält diejenigen Vorrichtungen, deren Bestimmung sich auf bestimmte Vorgänge beim Anfertigen der Formen bezieht.

Dahin gehören in erster Linie die zur Vorbereitung der Formmaterialien erforderlichen Einrichtungen — also Lehm-, Masse- und Kohlenmühlen, Rätter- und Siebwerke, im weiteren Sinne sogar die Ziegeleiapparate zur Anfertigung von Luftsteinen für die Lehmformerei.

Dann folgen die Darrkammern — geheizte Räume zum Trocknen bestimmter Formen — mit mannigfachen Hülfsvorrichtungen versehen.

Daran schliessen sich die Dammgruben — zur Aufnahme fertiger Formen von bedeutender Grösse oder besonderer Gestalt hergerichtete, im Fundament der Hüttensohle ausgesparte Räume, deren Herstellung häufig mit Schwierigkeiten und Aufwand an Zeit und Material verknüpft ist.

Demnach zerfällt diese Abtheilung in 4 einzelne Abschnitte von ziemlich gleich grosser Wichtigkeit und Einfluss in Betreff des Betriebes selbst. Es sind dies folgende:

1. Transport- und Hebevorrichtungen,
2. Vorrichtungen zur Vorbereitung des rohen Formmaterials,
3. Darrkammern und Trockenvorrichtungen,
4. Damm- oder Gichtgruben.

1. Von den Transport- und Hebevorrichtungen der Giessereien — Winden und Krahne aller Art.

§. 248. Bekanntlich bedient man sich beim Heben schwerer Dinge eigenthümlicher Maschinentheile oder Combinationen derselben, die auf Grund mechanischer Gesetze das natürliche Missverhältniss der Last und einer geringen Kraft ausgleichen oder umkehren, so dass die geringe Kraft ausreicht, um schwere Lasten in

Digitized by Google

die Höhe zu bewegen und in der Höhe zu erhalten — zu heben.

Die einfachsten Elemente einer solchen mechanischen Vorrichtung sind das gezahnte Rad und die bewegliche Rolle mit dem darum geschlungenen Seil, und auf ihre elementare Wirkung lassen sich alle die grossartigen und complicirten Apparate zurückführen, welche hier besprochen werden sollen.

Jede der zu betrachtenden Hebevorrichtungen besteht deshalb aus zwei verschiedenen Mechanismen:

dem Räderwerk,

dem Flaschenzug oder der Rollenverbindung.

Bei der einfachen Winde tritt der ersterwähnte Mechanismus meist allein auf, höchstens in Verbindung mit der losen Rolle.

Bei dem Krahn dagegen findet man neben der Räderverbindung auch noch die Rollenverbindung in der Form der verschiedensten Flaschenzüge vor.

Oft treten auch Flaschenzüge allein in Giessereien auf, indess gehören diese Fälle zu den Ausnahmen und machen nur eine Art Nothbehelf aus.

Da der eigentliche Krahn der älteste Hebe-Apparat der Giessereien ist und die Brückenwinde, auch wohl fälschlich Brücken- oder Laufkrahn genannt, erst in neuerer Zeit verbreiteter ist, so erscheint es vortheilhaft, mit dem erstgenannten Apparat den Anfang zu machen.

aa) Von den Krahnen.

§. 249. Die Krahne oder Kraniche sind, nach Weisbach's Ausdruck (Ingenieur- und Maschinenmechanik, III. Bd., S. 473, §. 224) die vorzüglichsten Hülfsmittel, um grössere Lasten auf kleineren Wegen in horizontaler und in vertikaler Richtung fortzuschaffen.

Der Haupttheil eines Krahns besteht in einer stehenden Welle, durch deren Umdrehung das Fortschaffen der Lasten in horizontaler Richtung erfolgt. Um ausserdem noch die Last zu heben

Digitized by Google

oder niederzulassen, ist mit dieser stehenden Welle noch eine liegende Radwelle verbunden, auf welche die Kette oder das Seil zu liegen kommt, woran die Last hängt.

Die horizontale Bewegung der Last erfolgt in einem Kreise, der natürlich um so grösser ausfällt, je länger der Arm oder der sogenannte Schnabel des Krahnes, d. h. je entfernter der Aufhängepunkt der Last von der Axe der stehenden Welle ist.

Ist daher dieser Aufhängepunkt fest, wie bei vielen, namentlich älteren Krahnen, so kann man die Last durch Umdrehung des Krahns nicht nach jedem beliebigen Punkt horizontal fortschaffen.

Um dieses zu können, ist vielmehr noch eine veränderliche Schnabellänge oder wenigstens eine Beweglichkeit des Aufhängepunktes der Last längs des Schnabels nöthig.

Krahne mit dieser besonderen Einrichtung sind nur vorzüglich für Giessereizwecke angewendet, weil jeder Platz der Hüttensohle um so eher benutzt werden kann, je mehr der Weg des Aufhängepunktes verändert werden kann.

Die Bewegung der Krahne und auch insbesondere das Aufziehen und Niederlassen der Lasten mit Hülfe der an denselben angebrachten horizontalen Radwelle, erfolgt sehr gewöhnlich durch die menschliche Kraft; in neueren Zeiten bedient man sich hierzu jedoch auch der Wasser- und Dampfkraft. In diesen Fällen hat man es mit sogenannten Wassersäulenkrahnen und Dampfkrahnen zu thun.

Die Mehrzahl der in den Giessereien arbeitenden Krahne gehören der erstgenannten Abtheilung an; die beiden anderen kommen seltener in Betracht.

Ueber Anlage und Disposition von Krahnen lässt sich Folgendes als praktisch verwerthbar aufstellen.

§. 250. Steht der Krahn innerhalb eines Gebäudes, wie dieses bei den Giessereien meist der Fall ist,

Digitized by Google

so versieht man den Stamm desselben sowohl oben als unten mit Zapfen, in denen er sich dreht.

Das Gebälk des Dachstuhls muss natürlich an den betreffenden Stellen besonders haltbar gemacht werden; sollte bei der Anlage des Gebäudes hierin Etwas versäumt worden sein, so ist es unbedingt nothwendig, dieses durch Einlegen starker Streben und Balken nachzuholen.

Man darf sich aber bei der Wahl der Aufstellungspunkte der Krahne in einer Giesshütte nur in zweiter Linie von der Beschaffenheit oder der Anordnung des Dachgebälkes leiten lassen; in erster Linie muss stets das technische Bedürfniss der Giesserei auftreten und es nimmt dasselbe hauptsächlich zwei Gestaltungen an.

Einmal kann verlangt werden, dass eine Reihe von Krahnen den Arbeitsraum einer Giesshütte gleichmässig beherrschen und dabei vollkommen unabhängig von einander sind, ohne sich gegenseitig zu isoliren.

Es ist deshalb erforderlich, dass sich die Wege der Aufhängepunkte zweier benachbarter Krahne in gewissem Verhältniss schneiden, nicht blos tangiren. Bei Krahnen mit veränderlichen Aufhängepunkten nimmt man deren mittlere Bewegungskreise als Grundlagen für die Construktion und lässt diese Kreise sich tangiren. In der auf Taf. XVIII. befindlichen Skizze ist ein derartiges Verhältniss bei 3 Krahnen in einer oblongen Hütte, einem gewöhnlichen Grundriss, angedeutet worden.

Dadurch reduciren sich die Winkel und die von den äusseren Krahnperipherien nicht eingeschlossenen Arbeitsflächen auf das äusserste Minimum und können in dieser Ausdehnung sehr gut zur Aufstellung von Formbänken und Tischen benutzt werden.

Die zweite Form, in welcher das technische Bedürfniss auftritt, ist namentlich bei kräftigen Krahnen häufig.

Bei der Einrichtung von Lehmförmereien, überhaupt der Ateliers für schweren Guss, bedarf

Digitized by Google

man besonders starker Hebevorrichtungen und dieselben müssen einerseits die Dammgruben — die Darrkammerzugänge und die Ausgänge der Werkstatt beherrschen. Wird häufig mit Krahnpfannen gegossen, so ist auch auf die Lage der Oefen Rücksicht zu nehmen.

Selbstverständlich muss schon bei der ersten Anlage einer solchen Werkstatt die nothwendige Wechselbeziehung der hauptsächlichsten Betriebsvorrichtungen vorgesehen werden, und es würde derjenige Techniker schlecht berathen sein, der dieses nicht gethan hat, sondern von den zuletzt einzubauenden Vorrichtungen den Ausgleich sämmtlicher Differenzen erwartet.

§. 251. In Betreff der einzelnen Theile eines Krahns lässt sich vom Standpunkte des Giessereitechnikers Folgendes behaupten:

Das Vorgelege, d. h. die Getriebegruppe, welche die Uebertragung der Bewegung von der Kurbelwelle auf die Seiltrommel bewirkt, besteht gewöhnlich aus einer Wiederholung eines Getriebepaares mit einem Umdrehungsverhältniss von 1 : 6.

Bei der Anwendung der beiden Paare ergeben sich für eine Trommelumdrehung 36 Drehungen der Kurbelwelle; steckt man die Kurbeln auf die mittlere Welle, so arbeitet man mit 6facher Uebertragung, also rascher.

Gewöhnlich geschieht das letztere bei dem Auf- oder Abrollen des Seils vor dem Befestigen der Lasten oder nach dem Ablösen.

Es ist natürlich auch jedes andre Räderverhältniss anwendbar, wie aus einigen Beispielen hervorgehen wird; als allgemeiner Erfahrungssatz ist indess zu betonen, dass die Kurbelwelle möglichst niedrig zu liegen kommen muss, wenn der daran beschäftigte Arbeiter seine volle Kraft ausnutzen soll.

Der Abstand zwischen Hüttensohle und Kurbelwelle darf nicht über 3 Fuss betragen, ebenso wenig aber auch unter 30 Zoll heruntergehen.

Zur leichten Handhabung desselben ist weiter vor Allem erforderlich, dass die Hüttensohle in der

Digitized by Google

nächsten Umgebung des Krahns entweder gepflastert oder mit Platten belegt ist, um den an der Kurbel beschäftigten Arbeitern zu gestatten, festen Fuss zu fassen.

Demnach ist die oft vorkommende Gewohnheit, die Nachbarschaft der Krahne zur Aufstellung von Formkasten, zur Aufspeicherung von Betriebsabfällen u. s. w. zu benutzen, eine durchaus verwerfliche; im Gegentheile ist in der Nähe der Krahne jede Unordnung strengstens zu meiden und für jede Stellung des ganzen Mechanismus der nothwendige Raum für die Krahnarbeiter auszusparen und frei zu erhalten.

§. 252. Der Flaschenzug muss für Giessereizwecke ebenfalls besondere Eigenschaften besitzen, wenn die ganze Anlage bequem und praktisch sein soll.

Die wichtigste Bedingung ist die der möglichsten Wirksamkeit des Krahns in räumlicher Beziehung; es ist erforderlich, dass die Flaschenzugkloben nicht zu viel von der Höhe des Krahnarmes über der Hüttensohle beanspruchen. Die Rollen dürfen deswegen nicht übereinander im Kloben sich befinden, sondern nebeneinander; man wendet Kloben von 3—4 vollkommen gleichgrossen Rollen an und zieht die Raumersparniss dem grössern Effekt vor, den man durch Anwendung wirklicher Rollenzüge mit ungleichen Durchmessern erzielen würde.

Die sogenannten Potenzenzüge, welche von sämmtlichen Rollenverbindungen den meisten Raum beanspruchen, sind hauptsächlich dieses Umstandes wegen bei Krahnen nie zur Anwendung gekommen.

Aus diesem Grunde hat man auch, noch weiter gehend, die Verbindung mehrerer Rollen in einem Kloben aufgegeben und bedient sich, besonders bei sehr grossen und starken Krahnen, einer einzigen Last-Rolle mit umgelegtem Seil oder Kette.

In solchem Falle hat man den mangelnden Effekt des Krahns durch andere Uebertragungsverhältnisse in dem Räderwerk oder dem Vorgelege wieder eingebracht und bedient sich anstatt des Verhältnisses

Digitized by Google

1 : 6 der einzelnen oder mit einander combinirten Verhältnisse 1 : 7 und 1 : 8, wie der auf 300 Ctr. berechnete Krahn der Eisengiesserei zu Wasseralfingen zeigt. (Siehe unten §. 263.)

Einfache Combinationen der Art haben noch den Vorzug, dass sie die Dauerhaftigkeit der Taue und Ketten weit weniger beanspruchen, als zusammengesetztere Rollenzüge; besonders tritt dieser Mangel bei den wirklichen Flaschenzügen ein, wo sich die Taue aneinander so leicht reiben.

Beim Giessereibetrieb geschieht es zudem sehr häufig, dass beim Absetzen einer Rast der untere Kloben gegen den oberen gedreht werden muss, um der Last selbst eine ganz bestimmte Lage zu geben; dann wickeln sich die hin- und hergehenden Taulagen auf einander und werden dabei in der bedenklichsten Weise in Anspruch genommen.

§. 253. Der Aufhängepunkt der Last wird, im Falle eine Beweglichkeit desselben vorhanden ist, durch den Schlitten oder die Katze repräsentirt, welche darum einen nicht unwichtigen Theil des ganzen Krahns vorstellen.

Gewöhnlich besteht eine solche Vorrichtung aus einem mittelst Rollen auf der obern Fläche des Krahnarmes gleitenden Kloben, welcher in seiner Mittelebene den Aufhängepunkt für den Flaschenzug in Form eines Ringes, Hakens oder einer und mehrerer Rollen trägt.

Diese Theile bewegen sich zwischen den beiden Balken, welche bei allen Krahnen den Arm bilden und durch die Säule einerseits, ein Verbindungsstück andrerseits, ein Ganzes darstellen.

Die Laufrollen der Katze müssen hinreichend gross sein, um sie selbst in belastetem Zustande leicht beweglich zu machen, und es muss für eine gute Uebertragung der zur Bewegung angewendeten Kraft Sorge getragen werden, um die Beweglichkeit zu unterstützen.

Man hat mehrere Mechanismen angewandt, um

Digitized by Google

die Katzen hin und her zu schieben, von denen die einfachsten die besten sind.

Man legte auf den Anfang des Krahnarmes ein kleines Getriebe und liess es auf eine Zahnstange wirken, welche an der Katze befestigt war; bei diesem Mechanismus ist nur ein Nachtheil, dass nämlich die Intervalle sowohl der Zahnstange als auch des Getriebes sich sehr leicht voll Staub setzen und ihrer Lage wegen schwer rein zu halten sind.

Demselben Uebelstand unterworfen und noch dazu langsam wirkender und kostspieliger ist der Ersatz der Zahnstange durch eine Schraube, deren Drehung das Hin- und Herschieben des mit einer Mutter in Verbindung befindlichen Schlittens veranlasst.

In beiden Fällen wird die Bewegung von unten her durch eine vertical oder schräg gelagerte lange und schlanke Welle übertragen, die am unteren Ende eine Kurbel, am oberen ein konisches Getriebe trägt, das mittelst eines zweiten Winkelgetriebes auf den zu drehenden Theil einwirkt.

Der beste und einfachste Mechanismus zur Hin- und Herbewegung der Krahnkatze ist indessen die Anwendung eines Seil- oder Kettenrades, das ausserhalb des Krahnarmes auf eine der Rollenachsen gesteckt ist, und mittelst Seil oder Kette ohne Ende von unten her bewegt wird.

Fürchtet man das Gleiten, so giebt man der Katze eine bestimmte Führung, indem man sie in ein zweites Seil ohne Ende einschaltet, das wagerecht um zwei Rollen an den beiden Enden des Krahnarmes geschlungen ist.

Die eine dieser Rollen, gewöhnlich die am Stamm befindliche, trägt auf ihrer Achse die grössere Scheibe, von der die zur Bewegung bestimmte Kette oder das Seil herabhängt.

In welcher Weise die Katze bei Dampfkrahnen bewegt wird, geht aus einem der Beispiele selbst hervor. (Siehe unten §. 264.)

§. 254. Neben den besprochenen Theilen sind noch besonders die Taue und Ketten zu erwähnen,

Digitized by Google

weil sie die vorzugsweise leidenden und widerstehenden Medien des ganzen Mechanismus darstellen.

Die Vortheile, welche Ketten und Taue gegenseitig voraushaben, hat Weisbach (Ingenieur- und Maschinenmechanik, III. Bd. S. 37 ff.) ausführlich dargelegt und für den Gebrauch solcher fortpflanzenden Maschinentheile folgende sehr beachtenswerthe Grundsätze aufgestellt.

Zunächst verlangt man von denselben einen gewissen Grad von Biegsamkeit, welche umsomehr abnimmt, als Tau sowohl wie Kette stärker wird. Daraus folgert Weisbach die Regel, „ihnen nur „diejenige Stärke zu geben, welche nöthig „ist, um die gegebene Last auf die Dauer „und mit Sicherheit zu tragen, umsomehr, da „sie dann am Leichtesten ausfallen und des„halb am Wenigsten zur Vergrösserung der „übrigen Nebenhindernisse beitragen."

In Betreff des Steifigkeits- oder Straffheitswiderstandes der Ketten und Seile, der beim Ueberbiegen um Rollen, Trommeln und dgl. zu überwinden ist, muss bemerkt werden, dass derselbe bei den Ketten nur in einer gegenseitigen Reibung der Kettenglieder, bei den Seilen aber theils in einer natürlichen Steifigkeit der Drähte oder Fäden und theils in der Reibung dieser untereinander besteht.

Die Reibung, sowohl zwischen den Kettengliedern als auch zwischen den Taufäden, absorbirt gleiche Kraft beim Auf- wie beim Abwickeln einer Kette beziehungsweise eines Taues — wogegen der Steifigkeitswiderstand der Drähte und Fäden sich verschieden verhält — je nach der Elasticität des Materials (Eisen- resp. Stahldraht oder Hanf). Hanfseile (Drahtseile fallen beim Rollenbetrieb fort) haben nur eine geringe Elasticität und nicht die Tendenz, sich beim Abwickeln ohne einen Kraftzuschuss wieder gerade zu biegen — während bei Drahtseilen das Umgekehrte eintritt, doch nur so lange die Elasticitätsgrenze beim Aufwickeln nicht überschritten ist.

Aus diesem Grund hauptsächlich lassen sich Hanf-

Digitized by Google

seile um kleinere Rollen legen als Drahtseile, die nur auf grosse Trommeln und Scheiben sich gut aufwickeln.

Den auf Reibung beruhenden Theil des Biegungswiderstandes kann man bei Ketten (und bei Drahtseilen) bedeutend dadurch vermindern, dass man dieselben schmiert oder ölt; ein Verfahren, welches bei Hanftauen nicht zum Ziele führt, weil dieselben dadurch sehr leicht hart werden.

§. 255. In Betreff der Leistungsfähigkeit von Tauen und Ketten hat Weisbach noch folgende Notizen veröffentlicht (a. a. O. S. 43, §. 20 ff.):

Die Tragkraft eines Seiles hängt nicht allein von der materiellen Beschaffenheit, dem Querschnitt und der Anzahl der Fäden, sondern auch von der Drehung der Letzteren oder der Litzen ab. Durch diese Drehung erhalten die Theile des Taues an und für sich und ohne Belastung eine gewisse, einen Theil der Tragkraft in Anspruch nehmende Spannung.

Wegen der schraubenförmigen Windungen, welche Fäden und Litzen bilden, ist diese Spannung nicht gleichförmig auf den Querschnitt vertheilt, sondern am äusseren Umfang grösser, als in der Achse der Fäden und Litzen, deshalb ist eine zu starke Drehung der Letzteren nie von grosser Wirkung.

Weisbach führt die Versuche von Muschenbroek an, denen zu Folge ein Seil, bis zu $^1/_5$ Verkürzung gedreht, bei 6205 Pfd. Belastung zerriss; während dasselbe Seil, bis zu $^1/_4$ Verkürzung gedreht, nur 4850 Pfd. Belastung und schliesslich bis zu $^1/_3$ Verkürzung gedreht, nur 4098 Pfd. zu ertragen vermochte.

Durch Nässe und Theeren wird die Haltbarkeit in gleichem Maasse verringert und Muschenbroek hat einen Versuch gemacht, dem zu Folge ein durchnässtes Tau nur 70 Proc. des Gewichtes trug, welches dasselbe im trockenen Zustande aushielt.

Die Stärke eines Hanfseiles für eine gegebene Tragkraft P lässt sich leicht mittelst bekannter Sicherheitscoefficienten berechnen; nur muss berücksichtigt werden, dass eine 3fache Sicherheit erforder-

Digitized by Google

lich ist, wenn das Seil zur blossen Befestigung dient, eine 6fache dagegen, wenn das Seilwerk ein laufendes ist, sich also über Rollen und Trommeln wickelt.

Setzt man den Festigkeitsmodul für Hanfseile von $^1/_8$ Z. Stärke auf 10000 Pfd. und den für Seile von 5 Z. Stärke auf 5000 Pfd., so kann man für Seile von d Z. Stärke den Festigkeitsmodul $K = 1000\ (1-0{,}1\ d)$ Pfund annehmen.

Die Tragkraft P ist hiernach bei 3facher Sicherheit:

$$P = {}^1/_3 . 10000\ (1-0{,}1\ d) . \frac{\pi d^2}{4} = 2618\ (1 = 0{,}1\ d)\ d^2$$

bei 6facher Sicherheit:

$$P = 1309\ (1 - 0{,}1\ d)\ d^2.$$

Daraus entwickelt Weisbach:

$$d = \sqrt{\frac{P}{2618\ (1 - 0{,}1\ d)}} \text{ und } = \sqrt{\frac{P}{1309\ (1 - 0{,}1\ d)}}$$

oder annähernd:

1) $d = 0{,}01954\ (1 + 0{,}05\ d)\ \sqrt{P} = 0{,}01954\ (1 + 0{,}001\ \sqrt{P})\ \sqrt{P}$ Zoll;

und für die 6fache Sicherheit:

2) $d = 0{,}02764\ (1 + 0{,}05\ d)\ \sqrt{P} = 0{,}02764\ (1 + 0{,}0014\ \sqrt{P})\ \sqrt{P}$ Zoll.

Da das Seilgewicht ziemlich gleich dem Quadrat der Stärke wächst, und 1 Fuss Hanfseil von 1 Zoll Durchm. roh 0,3 Pfd. und getheert 0,36 Pfd. wiegt, so beträgt das Gewicht eines laufenden Fusses Hanfseil von d Z.

3) $G = 0{,}3\ d^2 - 0{,}36\ d^2$ Pfd.,

und die Stärke berechnet sich dann

4) $d = 1{,}82\ \sqrt{G} - 1{,}67\ \sqrt{G}$.

Setzt man den Werth $d = 1{,}82\ \sqrt{G}$ in die obigen Formeln, so ist das Gewicht eines Fusses Seil, bei 3facher Sicherheit:

5) $G = 0{,}0001146\ (1 + 0{,}002\ \sqrt{P})\ P$ Pfund;

bei 6facher Sicherheit:

6) $G = 0{,}0002292\ (1 + 0{,}0028\ \sqrt{P})\ P$ Pfund.

Digitized by Google

Weisbach theilt (a. a. O. S. 46) eine nach diesen Formeln berechnete Tabelle mit, welche nachstehend mitgetheilt wird, obwohl dieselbe nur bis zur Seilspannung von 100 Ctrn. geht, und die Giessereikrahne im Allgemeinen viel mehr bewältigen müssen.

Seilspannung in Centnern à 100 Pfd.		1.	4.	9.	16.	25.	36.	49.	64.	81.	100.
Seilstärke in Zollen.	3 fache Sicherh.	0,20	0,40	0,60	0,81	1,03	1,24	1,46	1,69	1,91	2,15
	6 fache Sicherh.	0,28	0,57	0,86	1,17	1,48	1,80	2,12	2,46	2,80	3,15
Gewicht von 100 Pfd. Seil.	3 fache Sicherh.	1,17	4,77	10,9	19,8	31,5	46,2	64,0	85,1	109,5	137,5
	6 fache Sicherh.	2,36	9,68	22,4	40,9	65,3	96,4	134,3	179,5	232,4	293,4

Digitized by Google

§. 256. Wie sich Hanfseile und Ketten gegen einander verhalten, erhellt aus der von Weisbach (a. a. O. S. 47) mitgetheilten Tabelle von Versuchsresultaten, welche von der englischen Admiralität erhalten worden sind.

Die Werthe der Drahtseile fortlassend, geben wir die Tabelle wieder:

Belastung, bei welcher die Seile zerreissen, in Tons.	Gattung der Seile etc.	Umfang der Hanfseile. Dicke des Rundeisens bei Ketten.	Gewicht eines fathoms = 6 Fuss engl. in engl. Pfd. à 16 Unz.	Preis eines fathoms = 6 Fuss engl. in engl. Geld
1 Ton = 20 Ctr.	Hanfseil	2 Z. engl.	1 Pfd. 1 Unz.	—Sh. $5\frac{1}{2}$d.
	Kettentau	$\frac{1}{4}$ „ „	3 „ — „	1 „ 6 „
8 „ = 160 „	Hanfseil	5 „ „	6 „ — „	2 „ $7\frac{1}{2}$ „
	Kettentau	$\frac{1}{2}$ „ „	16 „ — „	4 „ — „
12 „ = 240 „	Hanfseil	7 „ „	12 „ 3 „	5 „ 4 „
	Kettentau	$\frac{11}{16}$ „ „	27 „ — „	6 „ — „
16 „ = 320 „	Hanfseil	8 „ „	14 „ 3 „	6 „ $2\frac{1}{2}$ „
	Kettentau	$\frac{13}{16}$ „ „	37 „ — „	8 „ — „
20 „ = 400 „	Hanfseil	9 „ „	19 „ 6 „	8 „ $3\frac{3}{4}$ „
	Kettentau	$\frac{29}{32}$ „ „	46 „ — „	9 „ 7 „
24 „ = 480 „	Hanfseil	10 „ „	25 „ — „	10 „ $11\frac{1}{4}$ „
	Kettentau	$\frac{31}{32}$ „ „	53 „ — „	10 „ $10\frac{1}{2}$ „
30 „ = 600 „	Hanfseil	11 „ „	30 „ — „	13 „ $1\frac{1}{4}$ „
	Kettentau	$1\frac{1}{16}$ „ „	62 „ — „	12 „ 11 „
36 „ = 720 „	Hanfseil	$12\frac{1}{2}$ „ „	35 „ 10 „	15 „ $7\frac{3}{4}$ „
	Kettentau	$1\frac{3}{16}$ „ „	78 „ — „	16 „ 3 „
44 „ = 880 „	Hanfseil	14 „ „	41 „ 10 „	18 „ $3\frac{1}{2}$ „
	Kettentau	$1\frac{5}{16}$ „ „	96 „ — „	20 „ — „
54 „ = 1080 „	Hanfseil	15 „ „	47 „ 8 „	20 „ $9\frac{1}{2}$ „
	Kettentau	$1\frac{7}{16}$ „ „	115 „ — „	24 „ — „

Unter Kettentau ist hier vorzugsweise die mit Zwischenstücken in den einzelnen Gliedern versehene Kette verstanden, welche also zwei kreisrunde Intervalle frei lässt.

Digitized by Google

Für einfache Krahnketten sind die Zahlen noch ungünstiger, weil die Ketten schwerer und theurer ausfallen müssen.

Ehe zur Beschreibung einzelner Krahne übergegangen wird, ist noch ein rein praktisches Moment zu Beurtheilung des relativen Vorzugs von Ketten und Tauen hervorzuheben.

Wenn ein Hanfseil zerreisst, während es belastet ist, so gelingt es häufig, ohne besondere Gefahr, die Last noch abzusetzen, ehe der Bruch vollkommen geworden ist; es tritt selten der Fall ein, dass alle Litzen oder Fäden gleichzeitig zerreissen.

Bei dem Bruch einer Kette dagegen ist die Gefahr des plötzlichen augenblicklichen Herabstürzens der Last weit drohender — auch lässt sich, selbst für den Fall, dass eines der Glieder an der Seite bricht und sich auseinander strecken muss, um den Zusammenhang innerhalb der Kette aufzuheben — der Schaden weniger rasch erkennen und die Gefahr abwenden.

Aus diesem Grund empfiehlt es sich für leicht zu belastende, aber viel gebrauchte Krahne — Ketten, für alle starken Krahne, die grosse Lasten längere Zeit schwebend erhalten müssen — Taue anzuwenden.

Beispiele ausgeführter Krahne für Giessereien.

§. 257. Nach den Auseinandersetzungen allgemeiner Natur soll nur noch an einer kleinen Zahl praktisch ausgeführter Beispiele gezeigt werden, wie Krahne für Giessereien in ihren Details eingerichtet sind.

Ausführliche Abbildungen davon zu geben verbietet der Platz, zudem ist der Krahn auch eine allgemein bekannte Vorrichtung, welche in jeder Maschinenfabrik bestellt werden kann; der Giessereitechniker hat hierbei höchstens von vornherein einige bestimmte Regeln für die Ausführung zu geben, welche theilweise bereits

Digitized by Google

in den vorhergehenden Paragraphen enthalten sind, theils in der Form von Erfahrungen an ausgeführten Apparaten (a. a. O., S. 473 u. ff.) gesammelt werden können.

Die verschiedensten Dispositionen hat Weisbach beschrieben und abgebildet, auch alle wünschenswerthen Grundlagen zur statischen und mechanischen Berechnung der Krahne gegeben, so dass in Betreff der Construktion selbst darauf verwiesen werden kann.

Hier handelt es sich nur um einige bereits längere Zeit wirksame und deshalb bewährte Beispiele.

Von Interesse, was das Alterthum anbetrifft, ist ein von Launay (Manuel du fondeur I. Taf. 5, u. II. Taf. 1 u. 7) abgebildeter und beschriebener Krahn. Derselbe besteht aus einer starkgezimmerten Platform, mit fester Säule, um die sich das doppelt- aber ungleicharmige Krahngerüst dreht. Die Säule hat oben eine Zapfenhöhle, in die ein im Gerüst angebrachter Zapfen eingreift; das Gerüst dreht sich mittelst einer Scheibe und Rollen auf der Platform im Kreise und wird dabei durch 4 wagrecht liegende Rollen auf der Peripherie des centralen Baums geführt.

Das Räderwerk befindet sich oberhalb der Scheibe in einem starken gusseisernen Ständerpaar eingelegt, und die Arbeiter an der Kurbelwelle stehen auf der sich drehenden Scheibe.

Dem Lastarm entgegengesetzt und an dessen kürzerem Ende wirksam, liegt ein durch Rollen und Seile beweglicher Auslader, der mit Gewichten willkürlich beschwert, dazu dienen soll, das Gleichgewicht am Krahn selbst herzustellen.

Der ganze Mechanismus ist weitläufig und platzraubend, so dass man denselben keineswegs zur Nachahmung empfehlen kann.

§. 258. Guettier hat in seinem Buch „de la fonderie“ Mittheilungen über Krahne gemacht, die von Werth sind, weil sie vom Standpunkte des Giessereitechnikers ausgehen und gleichzeitig die besonderen

Digitized by Google

Bedürfnisse des Betriebes aussprechen. Guettier sagt S. 240 seines Werkes:

Jede Giesserei, selbst die kleinste, müsste eigentlich stets einen in der Mitte der Giesshalle aufgestellten Krahn besitzen, der sich frei und vollständig herumdrehen kann und einerseits die Stichöffnungen der Oefen bestreicht, andererseits den grössten Theil der fertigen giessbereiten Formen berührt.

Grössere Werkstätten haben dagegen oft 5—6 Krahnen, welche mit einander correspondiren und sich die Lasten zuführen, so dass man dieselben ziemlich weit transportiren kann.

Weiter bespricht der Verfasser den Mechanismus der Krahne und gelangt dahin, zu behaupten, dass der wichtigste Theil desselben der sei, mittelst welchem man die Last auf dem Krahnarm hin- und herschiebe, d. h. mehr oder weniger dem Mittelpunkt nähere.

Die Anforderungen, welche an diesen besonderen Theil des gehenden Zeuges gestellt werden müssen, gipfeln in der Fähigkeit, mittelst dieser Theile eine fertige, mit Kernstücken, Kernen, Eingüssen versehene Giessform ohne die geringste Zerstörung auch nur einer Kante oder eines Kerns zusammensetzen zu können.

Es müssen also stossweise Bewegungen dieser Theile vermieden werden, und selbst bei der stärksten Belastung muss ein steter Gang möglich sein.

Bei Formen aus frischem Sand ist die letzterwähnte Eigenschaft absolut erforderlich, weil sonst der Zusammenhang ganz aufgehoben und zerstört werden kann.

In Betreff der gemachten Anforderungen ist die Schraubenbewegung der Katzen der Zahnstangenbewegung vorzuziehen, obwohl letztere, der grösseren Billigkeit wegen, allgemeiner angewandt ist; einer Vermuthung von Guettier zu Folge dürfte die endlose Kette schliesslich den Sieg davon tragen

Digitized by Google

und sie hat es in der That bei neueren Construktionen fast allenthalben bereits gethan.

Interessant ist der Unterschied, den Guettier zwischen Holz- und Gusseisenkrahnen macht, der hauptsächlich darin bestehe, dass die aus Holz erbauten Krahne, selbst bei niedrigen Räumen, längere Ausleger erhalten dürften als die gusseisernen Krahne.

Dem kann zugefügt werden, dass die Letzteren für kleinere Giessereien deshalb vortheilhafter erscheinen als für grössere, welche stets Holzkrahne oder, was noch besser ist, Brückenwinden oder Laufkrahne erhalten müssen.

§. 259. Die von Guettier mitgetheilten Zeichnungen von verschiedenen Krahnen finden sich auf der Taf. XVIII. wiedergegeben.

Der Holzkrahn Fig. 5 u. 6 zeigt eine kräftige Bauart und sehr günstige Verhältnisse. Die Katze wird durch eine Schraube bewegt, die mittelst einer Winkelräderumsetzung von einer im Rücken des Vorgeleges eingelagerten Kurbelwelle aus betrieben werden kann.

In welcher Weise eine Zahnstange demselben Zweck dienstbar sein kann, zeigt Fig. 11, wo ein Fragment des Ausladers mit der Katze dargestellt ist; in diesem Fall ist eine Schnurscheibe angeordnet, um das Zahnstangengetriebe zu bewegen.

Der Krahn Fig. 5 u. 6 arbeitet auf der Eisengiesserei zu Tusey in Frankreich und ist als der beste von 7 ähnlichen Apparaten seitens Guettier als Beispiel gewählt worden.

Die zahlreichen Räder- und Kurbelwellen machen den Gebrauch desselben räumlich etwas unbequem, im Uebrigen gehorcht er der leisesten Einwirkung.

Eine sehr einfache Getriebeumsetzung für denselben Holzkrahn stellen die Fig. 9 u. 10 dar, welche zeigen sollen, dass der einzige eben genannte Vorwurf, den man diesem Apparat zu machen befugt ist, leicht vermieden werden kann und das Vorgelege alsdann nicht mehr so viel Platz beansprucht.

Digitized by Google

Der Gusseisenkrahn Fig. 7 u. 8 ist eine der besten älteren Construktionen der Art, und stammt aus der Staatsgiesserei zu Indret. Hier wird die Katze durch eine Gliederkette bewegt und die eine der beiden Kettenrollen, welche zunächst am Krahnstamm liegt, empfängt ihre Bewegung durch eine andre Kette ohne Ende, die nach unten hin über eine mittelst einer Kurbel bewegte Scheibe führt.

Während der Holzkrahn mit Tauen betrieben erscheint, bedient man sich bei diesem Gusseisenkrahn der gewöhnlichen Ketten, die sich in spiralförmg aufgerollten Furchen der Trommel aufwickeln, wie aus Fig. 8 deutlich zu ersehen ist.

Das Gerüst eines solchen Krahns wog nach Guettier (a. a. O. S. 249) 5500 Kilo und diese Apparate waren für Lasten von 15,000 Kilo berechnet; sie leisteten aber wirklich das Doppelte, da einer davon einen über 30,000 Kilo schweren Dampfcylinder à 160 Pferde mit sammt dem Mantel und dem anhängenden Sand aus der Dammgrube gezogen hat.

Die neueren Krahne zu Indret sind auf 30,000 Kilo Leistung berechnet worden, und haben ein Gusseisengewicht von 11,274 Kilo, wovon auf den Stamm 4300, auf den aus zwei Theilen bestehenden Arm 4076 und auf die ebenfalls zweitheilige Stütze des Ausladers 2898 Kilo kommen.

§. 260. Noch mehr Details über Krahnanlagen giebt Guettier auf S. 248 seines Werkes, wo er die Krahne in der als Muster erbauten Giesserei der Kunst- und Gewerbeschule von Angers beschreibt.

Zum Betrieb dieser Giesserei wurde von vornherein der Bau von 4 Krahnen aus Gusseisen projektirt, und dazu die zu Indret und Charenton befindlichen Muster, etwas modificirt, angewendet; die Fig. 4, 5, 6 seiner Tafel XII. geben einen Begriff davon.

Sie haben gleichmässig 6,50 M. Höhe und 4 M. Ausladung und sind mit dem eisernen Dachstuhl der Giesshalle durch ein eisernes Zugstangennetz verbunden, das sie gegenseitig abstrebt und durch schildför-

Digitized by Google

nige Ankerplatten und Anker auch mit den Mauerstücken des Ateliers fest zusammen hängt.

Zwei dieser Krahne sind etwas verschwächt, um sie zu leichteren Arbeiten anwenden zu können — dagegen wiegen die beiden starken Apparate, welche auf 20—25000 Kilo Leistung calculirt sind, ca. 10700 Kilo, welche sich folgendermaassen vertheilen:

Gerüste	2 Stämme	2500	7675	Kilo.
	2 Arme	1680		
	2 Stützen	1640		
	10 Zwischenstücke	890		
	2 Schuhe für die Zapfen	965		
Vorgelege	Trommel	330	689	„
	2 grosse Getrieberäder	332		
	3 Getriebe	27		
Katze	2 Bügel	105	560	„
	4 Rollen der Katze	200		
	1 Zahnrad, 1 Getriebe, 1 Zahnstange	80		
	2 Rollen zur Führung der Zahnstange	25		
	5 Seilrollen	150		
Fundamentirung und Lager für beide Zapfen		1100	1100	„
Zusammen an Guss			10024	Kilo.
Schmiedeeisen			650	„
Rothguss für Lager und Garnitur			26	„
		wie oben	10700	Kilo.

Weil diese Krahne so sehr innig mit dem Dachstuhl zusammenhängen, ist ihr Gang und ihre Bewegung nicht besonders bequem, obwohl sie feststehen und nicht rücken.

§. 261. Für die neueren Holzkrahne, wie sie in den Berliner und anderen deutschen Eisengiessereien wirksam sind, bietet der von Wiebe in weiteren Kreisen bekannt gemachte Giessereikrahn seines Atlasses für Maschinenbaumaterial und ihre Bearbeitung Taf. XXIV., Fig. 1 (a—f), ein gutes Bei-

Digitized by Google

spiel. Die ganze Disposition ist eine äusserst einfache und findet sich auf Taf. XIX., Fig. 1, 2, 3, 4, 5, in $^1/_{64}$ natürlicher Grösse wiedergegeben.

Die Tragfähigkeit dieses Krahns beträgt 150 Ctr. und die Last hängt an einem aus drei Rollen bestehenden Kloben; die Kette, deren Glieder $^5/_8$ Z. stark sind, ist an einem Querriegel *a* am Ende des Krahnarms befestigt, geht dann über die demselben zunächst liegende Rolle der Katze, sodann über die erste Rolle des Klobens, dann über die zweite Rolle der Katze, hierauf über die zweite Rolle des Klobens, über die dritte Rolle der Katze, darauf über die dritte Rolle des Klobens und zuletzt über die vierte Rolle der Katze.

Damit sich der Kloben in die Ebene des Krahns einrichte, sind die beiden mittleren Rollen der Katze, die zweite und dritte, schräg gestellt. Das Arbeitsende der Kette geht schliesslich durch eine Durchbohrung der Krahnsäule über eine an dieser befindliche Rolle nach der Windetrommel.

An der Windetrommel ist das Sperrrad angegossen; auf der Welle derselben sitzt ein Zahnrad mit 66 Zähnen und $1^3/_4$ Z. Theilung. Dieses wird bewegt durch ein Getriebe mit 12 Zähnen, das auf der Vorgelegewelle sitzt, auf der sich auch ein Vorgelegerad mit 77 Z. und $1^1/_2$ Z. Theilung befindet, das wiederum von dem Getriebe auf der Kurbelwelle (von 8 Z.) bewegt wird.

Da nun der Halbmesser der Windetrommel 10 Z. und der Halbmesser der Kurbel 16 Z. beträgt, so ist das Umsetzungsverhältniss

$$\frac{\text{der Spannung der Kette}}{\text{zum Druck an der Kurbel}} \quad \frac{66 \cdot 77 \cdot 16}{12 \cdot 8 \cdot 10} = \frac{84{,}7}{1}.$$

Nimmt man die Last = 150 Ctr. also 15000 Pfd. an, dazu noch für die schädlichen Widerstände $^1/_5$ . . . . = 3000 „ hinzugerechnet, so dass ein Gesammtwiderstand . . . . von 18000 „ zu überwinden ist, so würde man, da 3 lose Rollen vorhanden sind,

Digitized by Google

$^1/_6$ des Widerstandes nämlich 3000 Pfd. als Spannung der Ketten haben.

Der Druck von der Kurbel stellt sich daher $= \frac{3000}{84,7}$ oder ca. 35 Pfund, so dass zwei Arbeiter an der Kurbel die Last von 150 Centnern heben können.

§. 262. Für geringere Lasten schiebt man die Kurbelwelle zur Seite und rückt ein Getriebe mit 8 Zähnen und $1^3/_4$ Zoll Theilung, das auf der Kurbelwelle angebracht ist, unmittelbar in das Rad auf der Windetrommelwelle ein, während das andere Getriebe auf der Kurbelwelle ausser Eingriff des Rades auf der Vorlegewelle gebracht wird.

Die Umsetzungsverhältnisse sind alsdann zwischen

$$\frac{\text{der Spannung der Kette}}{\text{dem Druck an der Kurbel}} = \frac{66 \,.\, 16}{8 \,.\, 10} = \frac{13,2}{1}$$

oder etwa $\frac{1}{6,41}$

des früheren Umsetzungsverhältnisses, und man wird daher auch nur etwa 23,4 Centner oder $\frac{1}{6,41}$ der früheren Last (150 Ctr.) mit derselben Kraftäusserung an der Kurbelwelle heben können.

Die Fortbewegung der Katze erfolgt mittelst der beiden Zahnstangen, die an dem Rahmen der Katze befestigt sind und welche durch zwei Getriebe auf der Welle S bewegt werden, während die letztere mittelst konischer Räder und mit Hilfe einer geneigten Welle durch eine Kurbel von untenher gedreht werden kann.

Die Aufstellung des Krahns, welche durch die Skizze Fig. 5 angedeutet ist, erfolgt in folgender Weise:

Die 8 Gratsparren $g\,g$ stossen gegen die 8 Seiten des achteckigen eisernen Spannringes l; die Gratsparren werden ihrerseits unterstützt durch 8 Streben $t\,t$, die sich im Schuhe des gusseisernen Kastens k einsetzen. Dieser Kasten ist durch vertikale Hängebolzen $v\,v$ an dem Spannriegel l aufgehängt und mittelst 8 horizontaler Spannstangen mit den Enden der Gratsparren

Digitized by Google

verbunden; derselbe trägt das Lager für den oberen Zapfen der Krahnsäule.

In ähnlicher Weise, wie der hier nach Wiebe's Beschreibung geschilderte Apparat sind die meisten Krahne der Berliner Werkstätten construirt — nur ausnahmsweise z. B. in der Eisengiesserei von L. Schwartzkopff kommen blechene und aus Gittern gebaute mit Ketten betriebene Apparate vor.

In neuester Zeit bedient man sich in Berlin häufiger der Brückenkrahne, wie weiter unten erwähnt werden soll und deren Anwendung hat die Holzkrahne zum Theil verdrängt.

§. 263. Bekannt, obwohl nicht durch Druck, nur durch Zeichnung, ist ein eiserner Krahn von der Sayner Hütte, dessen Bauart als eine Folge der eigenthümlichen Architektur der Giesshalle angesprochen werden muss.

Um eine hohle eiserne Säule dieses Raumes greifen zwei starke gegossene Bügel, von denen der untere die Basis für die Stützen des Ausladers, der obere den Halt für diesen Auslader selbst abgiebt.

Beide Bügel gleiten auf Vorsprüngen der Säule und zur Verminderung der Reibung ist innerhalb der Bügel je eine Rolle angebracht, deren Lagerpunkt gegen die Achse des Stammes resp. der Säule angenähert und festgedrückt werden kann.

Bei dem unteren Bügel liegt diese Rolle auf der Lastseite der Säule, bei dem oberen Bügel auf der Rückseite derselben den Richtungen entsprechend, nach welchen der grösste Widerstand stattfinden muss.

Die Stützenhälften sowie die Seiten des Ausladers sind ihrer Länge nach getheilt, so dass sich die äusserste Hälfte des Ausladers mit dem oberen Ende der Stütze jederseits zu einem Stück vereinigt finden.

Die Divergenz der Stützenhälften und der Ausladeseiten, durch die Stärke der Säule über das gewöhnliche Maass hinaus vergrössert, ist nicht constant, oder besser gesagt, stetig. Sie endet da, wo die Theile zusammengesetzt sind und die Spitze des Ausladers besteht aus zwei parallel aneinander befestigten

Digitized by Google

Hälften, welche zwischen sich nur den zur Aufnahme des Flaschenzugs erforderlichen Raum freilassen.

Das Vorgelege befindet sich zwischen den divergirenden unteren Stützenhälften und überträgt die Bewegung der Kurbelwelle mittelst eines Getriebes von 4 Z. Durchmesser und 10 Zähnen direkt auf ein Rad von 36 Z. Durchmesser und 90 Zähnen, welches auf der Trommelwelle sitzt. Der Flaschenzug hat 3 Rollen im Lastkloben und 3 in der Katze, so dass auch hier $^1/_6$ des gesammten Widerstandes zur effektiven Berechnung kommen würde, wie bei dem von Wiebe beschriebenen Krahn.

Da der Halbmesser der Kurbel 18 Z. und der der Trommel 15 Z. beträgt, so ist die Uebersetzung

$$= \frac{90 \cdot 18}{10 \cdot 15} = \frac{9 \cdot 18}{15} = \frac{3 \cdot 6}{5} = \frac{18}{5}.$$

Der Krahn ist bei 2männischer Bedienung nur zu geringen Lasten zu gebrauchen, denn die der ersten Leistung = 35 Pfd gerechnet, wie im vorigen §., stellt sich eine Last von nur $7^1/_2$—8 Ctr. heraus; der Krahn kann mithin nur für den leichten Dienst der Förmerei verwandt werden, eine Bestimmung, welche durch die eigenthümliche Stellung auch vollkommen gerechtfertigt ist.

Ein sehr starker für Lasten bis zu 300 Ctr. berechneter Giessereikrahn ist in Wasseralfingen thätig und seiner grossen Dimensionen, wie auch seiner zweckmässigen Einrichtungen wegen empfehlenswerth. Eine Beschreibung desselben ohne Abbildungen zu geben, war nicht gut möglich und zu der ersteren wäre ein grösserer Raum nothwendig gewesen, als ihn sowohl Umfang als Grenzen dieses Kapitels gestatten.

§. 264. Es liessen sich noch viele Beispiele für Krahne anführen; um indess damit abzuschliessen, folgen hier nur noch einige Bemerkungen über Dampfkrahne.

Unter dieser Benennung versteht man einerseits festgelagerte drehbare Krahne, andrerseits fahrbare Krahne; in beiden Fällen wird die Bewegung

Digitized by Google

des Vorgeleges, sowie der Katze, auch die Drehung des Ausladers oder Armes durch eine Dampfmaschine von kleinen Dimensionen bewirkt.

Für Giessereien sind nur die festen Dampfkrahne wichtig; die anderen Sorten finden besonders in Schmiede- und Walzwerken ihre Verwendung.

Gewöhnlich sind dann über dem Vorgelege 2 mit einander gekuppelte Dampfcylinder angebracht, theils zwischen den Trägerplatten oder im Innern der Säule, theils ausserhalb wirkend.

Für die Hülfsbewegungen, wie Vorrücken der Katze, Drehen des Krahns, sind Ausrückekupplungen vorhanden — für das Wechseln der Bewegung bedient man sich gern einer zwei entgegengesetzt aufgetriebene Excentriks verbindenden Coulisse oder Hängtasche.

Sehr bemerkenswerthe Beispiele von Dampfkrahnen hat F. Kohn in seinem jüngst erschienenen Werk über „Eisen und Stahl" abgebildet.

Die Skizze des einen derselben haben wir auf Taf. XVIII., Fig. 12 u. 13, wiederholt; sie stellt einen Giessereikrahn aus den Werkstätten der Lilleshall Iron Co. in Shropshire dar.

Die Leistung desselben ist auf 30 Tons = 600 Ctr. berechnet und der Krahn besteht wesentlich aus einer aufrechten Säule, von gewalzten Platten und Winkeln aus Schmiedeeisen zusammengeschraubt, und einem Arm und Stützen desselben vom besten Eichenholz.

Die Säule hat auswendig 2 F. 3 Z. im Quadrat und ist am Kopf- wie am Fussende mit angeschraubten Gussstücken versehen, welche den Holztheilen als Schuhe dienen und ausserdem noch die Führung des Krahns aufnehmen.

Der Arm ist 29 F. 6 Zoll lang, vom Mittel des Stammes bis an das Ende gerechnet, und seine Unterfläche befindet sich 22 F. 4 Z. über der Hüttensohle; er besteht aus einem Paar mächtiger eichener Balken, von welchen jeder einzelne 1 F. $7^1/_2$ Z. hoch und 12 Z. breit ist.

Die Balken liegen 2 F. 3 Z. weit auseinander

Digitized by Google

und sind mit den Schuhen der Säule fest verbolzt, während ein anderes Gussstück sie am freien Ende verbindet.

In einer Entfernung von ca. 18 F. vom Mittel der Säule greifen die beiden Streben unter den Arm, jeder 15 Z. hoch, bei 10 Z. Stärke, und sind sowohl mit letzterem als mit der Säule durch passende Schuhe verbunden.

§. 265. Der Arm ist auf seiner obersten Fläche mit Geleiseschienen belegt, auf welchen die Katze hin- und herrollen kann; sie wird mittelst einer endlosen Kette bewegt, die von der Aussenseite der Katze anfangend über eine Rolle am Ende des Armes läuft und unter der Katze fort nach einer Rolle im Kopfstück der Säule geht, um von da, abwärts laufend, sich um eine Trommel des Räderwerks zu schlingen und aufwärts über eine zweite Rolle im Kopf der Säule nach der Innenseite der Katze zu gelangen. Die Bewegung der Katze kann mittelst einer Aus- und Einwindevorrichtung von der Betriebsmaschine des Krahns besorgt werden.

Die Lastkette ist am einen Ende an der Schlussplatte des Krahns angehängt, läuft von da über eine der Lastrollen der Katze, dann herab um die Rolle des Lasthakens, dann wieder aufwärts um die andere Rolle der Katze, von da wagerecht nach einer zwischen den beiden Armbalken angebrachten Rolle und endlich herab auf die eigentliche Kettentrommel.

Die letztere hat 1 F. 6 Z. Durchmesser und 2 F. Länge; sie besitzt 6 Kehlen, um ebensoviel Windungen der Kette ohne Verwicklungen aufnehmen zu können.

Betrieben wird die Trommel durch ein Räderwerk, welches in der Skizze angedeutet ist und seine Bewegung von einem Paar verkehrt stehender Dampfcylinder empfängt, welche an die Armaturplatten auf jeder Seite der Säule angeschraubt erscheinen.

Die Umsetzung des Räderwerks ist so combinirt, dass eine Umdrehung der Kettentrommel 200 Wechsel der Maschine erfordert.

Die beiden Dampfcylinder haben jeder 6 Z. Durchmesser und 12 Z. Hub und ihre Triebstangen

Digitized by Google

sind durch eine Kurbelachse verbunden, die durch den untern Theil des Stammes durchgeht.

Um eine umkehrende Bewegung leicht bewirken zu können, sind eine Stephenson'sche Coulisse und 2 Excentriks angebracht, die mittelst eines Steuerhebels bewegt werden.

Die Maschine macht 200 Touren in der Minute, und empfängt ihren Dampf (von 35 Pfd. Pressung pro Q. u. Z.) vermittelst eines durch den Kopfzapfen des Krahns geführten Rohrs und bläst durch den entgegengesetzten Zapfen wieder aus.

Auf Taf. 17 giebt Kohn die genauere Zeichnung eines ganz aus Eisenblech construirten, 20 Tons = 400 Ctr. starken Armkrahns, aus dem Atelier von Kitson & Co. in Leeds — 20 F. hoch, mit 30 F. Ausladung, an welchem man sich von den kleinsten Details einer Krahndampfmaschine — Umsteuerung — Lastenzug — Drehung des Krahns — Bewegung der Katze unterrichten kann, wobei ein grösserer Maassstab gute Dienste leistet.

bb) Von den Brückenwinden oder Laufkrahnen.

§. 266. Die Brückenwinde, schon früher als Apparat bei der Maschinenzusammenstellung nützlich verwendet, hat erst in den letzten zehn Jahren eine allgemeinere Verbreitung auch als Hilfsvorrichtung für Giessereien erfahren und verdankt dieselbe der mehr und mehr auftretenden Tendenz der Raum- und Krafterspariniss beim Fabrikenbetrieb.

Man kann, namentlich für Lehm- und Masseförmereien eine Anlage viel einfacher herstellen, wenn man einen, die ganze Werkstatt dominirenden Brükkenkrahn erbaut, anstatt 3 bis 4 Drehkrahne anzubringen, welche doch nicht jeden Punkt des Arbeitsraumes erreichen.

Auch in ganz kleinen Werkstätten hat man dergl. Krahne errichtet und sie entsprechend leichter und namentlich beweglicher hergestellt.

Die Bauart anlangend, so lassen sich haupt-

Digitized by Google

sächlich zweierlei Construktionen unterscheiden, welche sowohl Vorzüge wie Nachtheile besitzen:

Brückenwinden, deren Geleise auf der Hüttensohle selbst liegen, und die wesentlich aus 2 starken Blöcken mit verbindendem Quergerüste bestehen, auf dem eine Winde hin und her fährt.

Brückenwinden, welche, wie in der Einleitung zu der Betrachtung der Hebevorrichtungen überhaupt erwähnt, auf hochgelegenen Geleisen fahren und nur aus einer Bühne bestehen, auf deren Oberfläche die Lastwinde mit Flaschenzug sich hin und her bewegt.

Die erste Bauart empfiehlt sich überall, wo die Anlage von zwei Geleisen in entsprechender Höhe mit Umständen verknüpft ist, namentlich, wo die Anlage einer Brückenwinde in einem leichten bereits vorhandenen Gebäude ausgeführt werden soll.

Die andere Bauart ist wiederum da vortheilhafter, wo ein hinreichend starkes Gebäude vorhanden ist, oder wo eine Giessereianlage von Grund auf neu erbaut und mit dieser Einrichtung versehen werden soll.

Die Verschiedenheit der Umstände bringt es hervor, dass beide Sorten Hebevorrichtungen gleichzeitig gebaut werden und Verwendung finden, obwohl — der Apparat für sich betrachtet — der zweitgenannten Construktion der entschiedene Vorzug gebührt.

§. 267. Die allgemeine Disposition eines Brückenkrahns ist im Bezug auf die Zusammensetzung der Bewegung, welche der Aufhängepunkt der Last erhält, immer dieselbe und danach lässt sich jeder Mechanismus der Art auch stets in dieselben Theile zerlegen.

Man unterscheidet zunächst die Brücke oder Bühne, welche die Werkstatt oder den zu beherrschenden Theil derselben, überspannt; diese Brücke oder Bühne wird über der Werkstatt hin und her gefahren, meist in der Richtung der Länge der letzteren.

Auf der Brücke bewegt sich, ebenfalls auf Geleisen, die eigentliche Lastwinde, welche entweder direkt die Last anhebt oder auf das Seil resp. die Kette eines Flaschenzugs wirkt.

Digitized by Google

Die Bewegungsrichtungen der Brücke, der Winde und des Hakens, jeder für sich betrachtet, sind rechtwinklig auf einander und repräsentiren die Coordinaten des Raumes.

Da die Grösse jeder derselben veränderlich ist, so resultiren aus den richtigen Combinationen der drei Bewegungsrichtungen die Lagen aller Punkte des zwischen den äussersten Grenzebenen des Apparates eingeschlossenen Raumes.

Man kann also alle Punkte in diesem Raum mit dem Angriffspunkt, dem Lasthaken der Brückenwinde erreichen und bedarf zu diesem Zweck nur eines sehr geringen Auflagers.

Die Arbeit mit einer solchen Winde ist deshalb der Arbeit mit gewöhnlichen Krahnen vorzuziehen, namentlich, wenn man die Winde so einrichtet, dass sie von unten aus bewegt und betrieben werden kann. Bis zu welcher Grösse dergleichen Apparate gebaut werden können, zeigen die Montirungswinden grosser Maschinenfabriken und anderer Etablissements — unter denen wir nur zwei, die Kanonendrehwerkstatt in Spandau und die riesenhafte Drehwerkstatt des Krupp'schen Etablissements in Essen nennen wollen, wo über 1000 Ctr. schwere Lasten bequem hin und her transportirt und beliebig abgesetzt werden können.

Für Eisengiessereien erleichtert das Vorhandensein des Brückenkrahns das Giessen ausserordentlich, weil grosse Krahnpfannen vor den Schmelzöfen gefüllt und ohne grossen Zeitverlust und Gefahr direkt zum Guss transportirt und auch ausgegossen werden können; andere Krahne gestatten dieses nur durch An- und Aushängen der Pfannen, wie wir später sehen werden.

§. 268. Die einzelnen Theile eines Brückenkrahns, die eine specifische Construktion besitzen, sind folgende:

Die Bühne, gewöhnlich so lang als der Arbeitsraum breit ist, muss vollständige Starrheit besitzen und wird in verschiedener Weise construirt:

Digitized by Google

Als Material benutzt man theils Holz- theils Eisenbalken; im ersten Fall ist es nothwendig, durch Streben und Zugstangen die Unbiegsamkeit der Construktion zu vergrössern, während bei der Anwendung von Eisen Blechträger oder Gitterbalken angeordnet werden.

Gewöhnlich liegen 2 Träger von Eisen oder 2 Balkenpaare von Holz neben einander, und sind nur an den Enden durch den jederseitigen Lagerstuhl für die Rollen oder Fahrräder der Bühne mit einander verbunden. Auf den Trägern laufen wiederum die Schienen für die Winde entlang und ausserhalb derselben findet sich wohl noch eine mit Geländer versehene Trittbühne zur besseren Communikation vor, die aber nur aus leichten Brettern zusammengesetzt ist.

Die Winde ist nur wenig von der gewöhnlichen Lastwinde für schwere Dinge verschieden und ihre Abweichung hiervon besteht fast ganz aus den Vorrichtungen, welche das Fahren des Windengestells erfordert und nöthig macht.

Im Uebrigen ist nur zu bemerken, dass vielfach die Kurbelbewegung fortfällt und durch Kettenräder oder Seilscheiben bewirkt wird, deren biegsame Theile bis in den Arbeitsraum herunterhängen — und dort erfasst werden können.

Ganz in derselben Weise wird auch die Bewegung der Winde selbst und die der Schiebebühne ausgeführt und dadurch der Apparat zu einem der bequemsten, die existiren.

Wenig anders gestaltet sich die Einrichtung der einzelnen Theile bei der Anwendung von Seiltransmission einer sich permanent bewegenden Maschine.

Es treten dann nur einige Hülfsvorrichtungen hinzu, um das Einrücken und Ausrücken der Bewegung zu bewirken und das Umsteuern bei unverändert fortlaufender Bewegung des Motors sicher und rasch geschehen zu lassen.

Die Eigenthümlichkeiten der Construktionen lassen sich am besten aus der Beschreibung von Beispielen ersehen, welche eine Anzahl praktisch aus-

Digitized by Google

geführter und in ihrer Thätigkeit erprobter Krahne umfassen.

Beispiele von Brückenkrahnen.*)

§. 269. Unter den Gerüstwinden ist der von Guettier Taf. XIII. seines Werkes abgebildete Apparat von Marquise deshalb von Interesse, weil sein Einbau längst nach Inbetriebsetzung der Werkstätte erfolgt ist.

Er gehört in die Classe der Apparate, welche auf Schienengeleisen zu ebener Erde fahren, und es besteht das Gerüst zunächst aus 2 Böcken, welche über den Schienengeleisen sich erheben und deren obere Enden durch die eigentliche Bühne verbunden sind.

Eine fahrbare Winde ist indessen nicht vorhanden, sondern in das eine der senkrechten Gerüste findet sich ein Vorgelege eingebaut, dessen Seile oder Ketten nach einem Flaschenzug laufen, der durch eine Katze über die ganze Bühne hin bewegt werden kann.

Ein Seil ohne Ende führt die Katze mittelst zweier Rollen und das Lastseil ist an dem dem Vorgelege entgegengesetzten Ende des Gerüstes angehängt und befestigt.

Das Fahren des Gerüstes geschieht, wie die Skizze andeutet, auf beiden Seiten, damit der Widerstand gleichmässig überwunden und beseitigt wird.

Trotzdem ist ein solcher Krahn immer eher den unvermeidlichen Betriebsstörungen ausgesetzt als eine eigentliche Brückenwinde und qualificirt sich namentlich nicht zum Lastentransport, wie diese es thut. Er ist vielmehr geeignet, an einer Stelle vorüber-

*) Wegen des Raumes sowohl, den die nothdürftigste Skizze eines Brückenkrahns bedarf, als auch wegen der Leichtigkeit, mit welcher man sich Zeichnungen solcher Apparate verschaffen kann, habe ich unterlassen — dieselbe abzubilden und in den betreffenden §§. nur ihre hauptsächlichsten Charaktere angedeutet, aus deren Anführung der kundige Techniker sich leicht eine Vorstellung des Apparates ableiten kann.

Digitized by Google

gehend zu wirken, um entlastet weiter geschoben zu werden; nur die Rücksicht auf die Bauart des Giessereigebäudes kann eigentlich seine Construktion rechtfertigen.

Einen ähnlichen Apparat zu 120 Ctr. Leistung findet man unter den Preiscourant-Abbildungen der Kölnischen Actiengiesserei — Blatt 17012 — verzeichnet und mit einer vollständigen Rädertabelle versehen, so dass sich die Transmissionsverhältnisse ganz leicht berechnen lassen.

Hier wird aber die Bewegung durch eine Zugkette mit Bolzen bewirkt und diese Kette rollt sich um ein Kettenrad mit einer halben Tour herum, während dieses Kettenrad die Stelle der Trommel vertritt.

Es hat 10 Zähne, in deren Intervalle sich die Bolzen der Ketten einlegen, während die übrigen Rollen, um die die Kette läuft, nur 9 Zähne haben.

Die Katze wird durch eine ähnliche Kette ohne Ende bewegt, und die eine der dazu erforderlichen Kettenrollen (ebenfalls mit 9 Zähnen versehen) erhält durch eine stehende Welle mit Conus und einer nochmaligen Stirnräderübersetzung $= \frac{10}{44} \cdot \frac{13}{45}$, wozu noch das Verhältniss des Kettenraddurchmessers zum Kurbelkreisdurchmesser $\frac{7{,}3}{24}$ tritt, ihre Bewegung.

Das Vorgelege für die Lastkette hat zweierlei Umsetzungen, welche separat gebraucht und eingerückt werden können.

Das Kettenrad, welches die Trommel ersetzt, hat einen Durchmesser von 8,6 Z. und die Kurbel einen solchen von 26 Zoll; von der Welle der letztern überträgt sich die Handbewegung entweder durch 12 und 54 Zähne oder 32 und 34 Zähne auf eine zweite Welle und von dieser durch ein Räderpaar von 14 und 75 Zähnen auf das Kettenrad.

Das Verhältniss der Kraft zur Last ist demnach $= \frac{8{,}1}{26} \cdot \frac{12}{54} \cdot \frac{14}{75}$ oder $\frac{8{,}1}{26} \cdot \frac{32}{34} \cdot \frac{14}{75}$, je nachdem eine raschere oder langsamere Bewegung gewünscht wird.

Digitized by Google

Die Vorgelege zum Fahren des Gerüstes, welche am Fuss der beiden Hauptständer angebracht sind, zeigen beide das Umsetzungsverhältniss $\frac{10}{46} \cdot \frac{25}{44}$; die Kurbel hat ebenso wie das Laufrad auf den Schienen 24 Z. Durchmesser, so dass das Verhältniss beider nicht mitspricht.

Wir empfehlen diesen fahrbaren Krahn, dessen Spannweite allerdings nur 12 F. oder 13 F. 6. Z. von Gerüstmittel zu Gerüstmittel beträgt, und bemerken, dass die Construktion desselben sich auf eine grössere Spannweite ebenso gut anwenden lassen dürfte.

§. 270. Einen sehr einfachen Laufkrahn, hauptsächlich von Holz erbaut, besitzt die Königin Marienhütte in Cainsdorf bei Zwickau.

Die Bühne, von 28—30 F. Spannweite, besteht aus 4 hochkantig gestellten Holzbalken von 10—11 Z. Höhe; die beiden innersten derselben, im Mittel 53 Z. von einander entfernt, tragen die Laufschienen für die Winde und alle vier sind an beiden Enden in den gusseisernen Lagerstuhl für die Laufräder der Bühne eingelassen und mit demselben fest verschraubt.

Die Bewegung der Bühne wird (nur an der einen Seite) durch ein Vorgelege betrieben und es ist die eine Räderwelle deshalb unter dem ganzen Krahn, viermal gekuppelt, durchgeführt. Das Verhältniss der Umsetzung dieses Bewegungsmechanismus ist $= \frac{15}{60}$.

Die Winde selbst wird auf der Bühne ebenfalls durch ein Vorgelege hin- und herbewegt, dessen Umsetzungsverhältniss auch $= \frac{15}{60}$ ist und das mittelst einer Kurbel gedreht werden kann; das Verhältniss der letzteren zum Durchmesser der Fahrräder erhellt nicht aus der mir vorliegenden Zeichnung.

Die Last hängt an einem Flaschenzug von 6 Rollen in 2 Kloben, dessen Seil sich auf eine ca. 18 Z. starke Trommel aufwickelt, deren Verhältniss zur

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Digitized by Google

Kurbel aus der Zeichnung ebenfalls nicht hervorgeht, also vernachlässigt werden muss.

Die Uebersetzung von der Kurbelwelle zur Trommelwelle ist nur aus 2 Räderpaaren zusammengesetzt und das Verhältniss der angewandten Kraft zur Last $= \frac{12 \cdot 12}{72 \cdot 72} = \frac{1}{36}$. Lässt man das Kurbelverhältniss, das doch höchstens wie 3 : 4 eintreten kann, ausser Berücksichtigung, so wird, durch Vermittlung der 6 Rollen des Flaschenzugs die Leistung auf das 6fache des obigen Werths gesteigert.

Der Krahn hat den einzigen Nachtheil, dass sich der Bau der Bühne zu schwach erweist, trotzdem die Tragebalken durch untergelegte Sprengwerke verstärkt sind.

In Construktion, wie auch in Leistung, steht diesem Beispiel noch der Laufkrahn zur Seite, der in der Aktiengiesserei zu Bayenthal fungirt und dessen Bühnenconstruktion in den Zeichnungen der Hütte 1868, Bl. 1 d erläutert ist, während über Umsetzung und Arbeitsübertragung keine weiteren Angaben gemacht werden. Während sonst die Laufkrahne auf Mauerkarniesen laufen, ist hier, der Anordnung der ganzen Werkstatt entsprechend, die aus zwei zu einem Kreuzbalken vereinten T-trägern zusammengesetzte Laufbahn des Krahnes an Consolen befestigt, welche den Säulen der Mittelhalle angegossen wurden.

§. 271. Eine der besten Laufkrahnconstruktionen ist die von W. Wedding in Berlin (Ackerstrasse 50) erdachte, welche auch schon mehrfach für Giessereien wie für Montirungswerkstätten ausgeführt ist. Man kann dieselbe ausser in der Fabrik des Verfertigers noch in der Eisengiesserei von H. Eckert in Berlin (Kl. Frankfurter Str. 1) und an vielen anderen Orten arbeiten sehen. Das Bewegungsprinzip, das diesen Apparat auszeichnet, ist die Anwendung von endlosen auf Scheiben hängenden Ketten, wodurch sämmtliche Bewegungen ausgeführt werden, ohne den Krahn zu besteigen.

Die Zeichnungen der Hütte gaben im Jahrg. 1860 auf Blatt 2 a und 2 b die Anordnung und die Details

Digitized by Google

dieses Apparates so getreu wieder, dass wir jedem, der sich einen Laufkrahn errichten will, die Anschaffung dieser Blätter vorweg rathen können — um die Construktion des Apparates kennen zu lernen.

Die Bühne besteht aus zwei Holzbalken von je 14 Z. Höhe und 10 Z. Breite, welche an der unteren Seite durch ein Sprengwerk mit gusseisernen Stützen und eisernen Zugstangen verstärkt sind.

Beide Tragbalken sind an ihren Enden durch Schuhe und zwei Querhölzer verbunden, die zusammen das Gerüst für die Fahrräder der Bühne darstellen und an beiden Seiten die Vorgelege zur Bewegung des ganzen Krahns tragen. Die Entfernung zwischen diesen beiden Gerüsten beträgt 36 F. $7^3/_4$ Z. und die Entfernung der beiden Trägerbalken der Bühne unter sich 2 F. $10^1/_2$ Z.

Die Bewegung der Bühne überträgt sich von einer Kettenscheibe, welche ca. 36 Z. Durchmesser hat, durch ein Getriebe von $6^1/_2$ Z. Durchmesser und ein anderes von 38 Z. auf die Achse der Fahrräder, die 36 Z. Durchmesser besitzen. In Folge dessen ist das Vorgelegeverhältniss wie $76^1/_2$: 38. Beide Vorgelege sind durch eine längs des Krahns hinlaufende Wellenleitung mit einander verbunden, um einen möglichst conformen Betrieb der beiderseitigen Mechanismen herzustellen.

Die Winde besteht aus einem Fahrgerüst mit 4 Rädern zu 36 Z. Durchmesser, deren Wellen gleichzeitig als Bewegungsachsen für zwei drehbare aufgesteckte Kettentrommeln dienen und dadurch den ganzen Mechanismus ausserordentlich vereinfachen.

Eine aus zwei in der Mitte wie an den Seiten im Fahrgerüst eingelagerten Stücken bestehende Welle in der Mitte beider Trommeln trägt zwei kleine konische Räder zu 12 Zähnen, welche nach je einer der beiden Trommeln die Bewegung durch einen zweiten Konus von 12 Zähnen und eine Schnecke übertragen.

Die Schnecken bewegen sich ebenso schnell, wie die aus zwei Theilen bestehende Betriebswelle der Winde; von ihnen überträgt sich die Bewegung nach

Digitized by Google

den Trommeln auf je ein Rad mit 57 Zähnen, wobei die beiden Trommeln entgegengesetzte Bewegung erhalten. In beiden Fällen findet aber das Verhältniss 1 : 57 statt, welches noch durch das Verhältniss 2 : 3 unter den Durchmessern der treibenden Kettenscheiben und der Trommeln gesteigert wird. Durch einen Flaschenzug mit 2 Kloben zu 3 Rollen wird die Last um das 6fache vermindert, ehe die Resultate der obigen Umsetzung in Wirkung treten.

Die Hin- und Herbewegung der Winde findet ebenfalls mit Ketten ohne Ende statt, welche in die Werkstatt herabhängen und durch ein Vorgelege von 76 und 13 Zähnen auf die Räder u. s. w. wirken.

§. 272. Auch für Laufkrahne hat F. Kohn einige gute Beispiele in deutlichen Zeichnungen mitgetheilt, deren Prinzipien wir unseren Lesern nicht vorenthalten wollen, wenngleich es uns an Raum gebricht, das vollständige Detail in Zeichnung und Beschreibung mitzutheilen.

Taf. 18 seines Werkes über „Eisen und Stahl" befindet sich die Zeichnung eines Brückenkrahns mit Dampfkraft betrieben, wie er aus dem Atelier von Sampson Moore, North Foundry, Liverpool hervorgegangen ist.

Fig. 1 giebt eine Seitenansicht der Bühne, auf welche nebeneinander die beiden Seiten der Winde gezeichnet sind;

Fig. 2 giebt einen Grundriss desselben und

Fig. 3 eine Stirnansicht des bewegenden Endes von der Brücke.

Drei Holzschnitte im Text geben eine Skizze der elementaren Bewegung des ganzen Apparates und sind auf unserer Taf. XIX., Fig. 6, 7, 8, wiedergegeben worden, um wenigstens einigermaassen das Verständniss zu erleichtern.

Das treibende Element besteht in einem endlosen Tau R, das sich von einem Ende der Werkstätte zum andern ausspannt und an einem derselben über eine grosse Seilscheibe A' läuft, die auf der Welle A sitzt (Fig. 6 und 7).

Digitized by Google

Auf derselben Welle befinden sich zwei andere Rollen $A_{,,}$ nebeneinander, von welchen die eine fest, die andere lose ist und welche mittelst eines Riemens mit der Hauptbetriebswelle in Verbindung stehen.

Am anderen Ende der Werkstatt läuft das Seil über eine bewegliche Rolle, deren Achslager in einem Rahmen hin- und hergeschoben und durch ein Gewicht regiert werden können, so dass das ganze Seilsystem stets in gleichmässiger Spannung sich befindet.

Eine grössere Anzahl von kleineren Führungsrollen *C C* verhindert die zu grosse Dehnung des Seiles und giebt der ganzen Combination die nothwendige Genauigkeit des Ganges. Das untere Seiltrumm wird (Fig. 6) von einem an der einen Stirnseite des Brückengerüstes befindlichen Rollensystem aufgenommen, welches aus 4 grösseren und 3 kleineren Betriebsrollen, sowie 2 Führungsrollen besteht. Durch das Hindurchschlingen des Seiles erhält jede der 4 grossen Rollen eine andere Bewegung, als die nächstliegende.

§. 273. Mit diesen 4 Rollen sind 4 Friktionsrollen fest verbunden, so dass sie sich continuirlich drehen, wenn einmal die Maschine im Gang ist, also die festsitzende Riemenscheibe der Welle *A* mit der Hauptbetriebswelle correspondirt.

Die 3 kleineren Rollen unter den vorerwähnten grösseren sind Friktionsrollen und haben elliptische Lagerschaalen, in denen sie hin- und herbewegt werden und bald mit der einen, bald mit der anderen der grösseren Friktionsscheiben in Berührung kommen können.

Dadurch kann man dieselben einmal rechts, einmal links drehen und dieses erreicht man durch 3 verschiedene Hebelsysteme, deren Griffe auf der einen Seite der Bühne nebeneinander stehen und einem Steuermann zugänglich sind. Jede dieser 3 Friktionsrollen trägt eine mit einem Universalgelenk versehene, weiterhin aber fest eingelagerte Betriebswelle — von welchen die zwei äusseren über die ganze Bühne laufen und unterwegs noch durch bewegliche Lagerständer unterstützt werden.

Diese beiden Axen wirken mittelst verschiebbarer

Digitized by Google

conischer Getriebe auf die Triebwerke der fahrbaren Winde — die eine derselben ausserdem noch durch eine ausstellbare Schnecke auf die Bewegung der ganzen Winde selbst. Die dritte Welle, welche in der Mitte liegt, wirkt mittelst zweier conischen Getriebe auf eine schräg liegende Schnecke, die ein auf dem Bühnenlaufrad befindliches Schneckengetriebe bewegt und den Gang des ganzen Krahns veranlasst.

Ueberlegt man, dass bei jeder dieser 3 Funktionen:

1) Drehen der Windtrommel,
2) Fahren der Winde,
3) Fahren der Brücke

nach Willkür des Steuernden zweierlei Bewegungsrichtungen möglich sind, so muss man den Apparat als einen vollkommen elastischen, d. h. dem Betrieb sich in allen denkbaren Fällen anpassenden ansehen.

§. 274. Ganz ähnlich, nur auf dem Prinzip der Kettenrollen beruhend und mit der Abweichung, dass die Winde durch eine fahrbare Katze ersetzt ist und das Räderwerk auf der Bühne selbst fest angebracht ist, zeigt sich der auf Taf. XVIII. des F. Kohn'schen Werkes gezeichnete Brückenkrahn von John Fowler & Co. in Leeds.

Die Elementarbewegung findet ebenfalls durch ein $^6/_8$zöll. Stahldrahtseil ohne Ende statt, das sich ziemlich in der Mitte über die ganze Werkstatt fortspannt und in seinem unteren Trumm durch ein System von drei waagrechten Scheiben nach der einen Stirnseite des Krahns geführt wird.

Das obere Trumm wird durch eine auf dem Krahn befindliche Rolle geführt und waagrecht gehalten. Die dort befindliche grosse Scheibe trägt einen nach innen gekehrten Zahnkranz und ein conisches Friktionsrad, welches wieder auf 2 andere Friktionsräder wirkt und dieselben im entgegengesetzten Sinne bewegt.

Damit ist auch hier die Möglichkeit gegeben, den Bewegungen des Krahns die nothwendige Vielseitigkeit zu ertheilen und dieses geschieht durch ähnliche Hebelsysteme und Stellräder, wie bei dem Moore'schen Krahn.

Digitized by Google

Es sind auch hier dreierlei Funktionen zu bewirken: die Trommelbewegung,
das Fahren der Katze,
das Fahren der Brücke.

Bei allen sind Schneckenräder angewendet, um am Zwischengetriebe zu sparen und mit einem Mal die langsamste Uebertragung zu erhalten.

Diese Vorrichtung zeichnet sich deshalb auch wesentlich vor dem Moore'schen Apparate aus und verdient genauer beschrieben zu werden, als es hier ohne Zeichnung möglich ist.

Ein weiterer Vorzug wird dadurch begründet, dass bei der letzteren Construktion keine Theile vorkommen, welche in Bezug auf Torsion so sehr in Anspruch genommen werden, wie die horizontalen Wellen des Moore'schen Krahns — ein Verhältniss, das den Betrieb desselben nicht für alle Punkte seiner Wirksamkeit gleich bequem macht.

Die Kettenübertragung des Fowler'schen Krahns ist wirksamer und was die Rollenbewegung durch das Drahtseil anbetrifft, so bezeichnet F. Kohn ganz speciell die mit Holzkämmen versehenen Scheiben in ihrer Verbindung mit dem stählernen Drahtseil als eine der betreffenden Firma eigene Verbesserung solcher Apparate, die das Gleiten sowohl, als auch das rasche Abnutzen der Triebwerke unmöglich mache.

Eine besondere Sorgfalt ist indess bei solchen selbstthätigen Krahnen stets erforderlich; da aber die Ersparniss an Arbeitskräften es gestattet, eine theurere, d. h. die besser qualificirte Kraft eines Maschinisten anzuwenden — so steht der Verwendung eines solchen Krahns auch für mehr oder weniger staubige Giessereiateliers nichts im Wege.

2. Von den Vorrichtungen zur Vorbereitung des rohen Formmaterials.

§. 275. Wie aus der Einleitung in dem §. 247 bereits hervorgeht, rechnet man in diese Classe von Apparaten nicht allein die Lehm-, Masse und Kohlenmühlen, ferner die Rätter- und Siebwerke, son-

Digitized by Google

dern im weiteren Sinn sogar die Ziegeleivorrichtungen, insofern sich dieselben auf die Darstellung der Luftsteine für den Betrieb der Lehmförmerei beziehen.

Indessen bedürfen nur die eigentlichen Zerkleinerungsapparate einer besonderen Besprechung, weil sich ihre Construktion einigermaassen von der verwandter Maschinen in anderen Industriezweigen, z. B. der bergmännischen Aufbereitung und der Müllerei, unterscheidet, während Rätter, Siebe und Thonquetschen dieselbe Bauart besitzen, wie sie bei dem Aufbereitungswesen und der Thonwaarenfabrikation angewandt werden.

Die Zerkleinerungsapparate oder Mühlen sind für alle auf einer Giesserei überhaupt in Pulverform zu verwandelnde Materialien ziemlich dieselben und es besitzt eine Werkstätte gewöhnlich nur einen Apparat, auf dem nach einander grössere Mengen der verschiedenen Form und Staubmaterialien klein gemahlen werden. Fur alle diese Zwecke ist mithin dieselbe Construktion anwendbar und man kann die Abweichungen in derselben für sich und ohne jede Rücksicht auf die Natur der zerkleinerten Stoffe eintheilen.

Die Zerkleinerungsapparate lassen demnach sich hauptsächlich nach 3 Grundsätzen gruppiren:

aa) Trommelapparate mit Kollersteinen, welche eine ganz verschiedene Form erhalten können, aber alle darin übereinstimmen, dass in einem um seine Achse rotirenden geschlossenen Gefäss das Material durch hin- und hergeschleuderte Kugeln oder Steine zermahlen wird.

bb) Tragapparate mit umgehenden Mühlsteinen ähnlich wie eine Oelmühle construirt. Schwere cylindrische oder scheibenförmige Läufer drehen sich auf einem starken Trog um ihre eigene Achse; sie umkreisen dabei die vertikale Achse dieses Troges oder, im Fall der Trog beweglich ist, bleiben sie (in ihren Lagern festgehalten) zu beiden Seiten der vertikalen Achse in drehender Bewegung.

cc) Eigentliche Mühlen mit einer festen und

Digitized by Google

einer sich dagegen drückenden, rasch rotirenden Mahlfläche; beide sind in bestimmter Weise mit Rinnen und Vorsprüngen versehen, welche dem Hieb wirklicher Mühlsteine entsprechen.

Indem wir auf das im dritten Theil des ersten Hauptabschnittes über Vorbereitung der Formmassen bereits Gesagte uns vielfach zurückbeziehen, wollen wir in gedrängter Kürze den Bau und die Wirkungsweise der hierher gehörigen Apparate charakterisiren.

aa) Von den Trommelapparaten oder den Kollerwerken.

§. 276. Diese Apparate sind hauptsächlich dann zu gebrauchen, wenn nur geringe Mengen feiner an sich nicht sehr ungleichkörniger Substanzen zu zermahlen sind, während sie für die Darstellung der in grösserem Maassstab angewendeten Formmaterialien keinen Werth haben.

Hauptsächlich werden sie gebraucht, um Feinmasse zu mahlen und um Kohlenstaub für bestimmte Zwecke darzustellen.

Eine Trommel von 25—30 Touren pro Minute bildet Guettier in seinem Handbuch Taf. IX., Fig. 11 und 12, ab; ein gusseiserner mit Flanschen versehener Cylinder von ca. 0,05 M. Wandstärke, im Lichten 0,45 M. weit und 0,70—0,75 M. lang, ist mit fest angeschraubten eisernen Böden verschlossen, welche in ihrer Mitte eingeschraubte Zapfen tragen. Einer dieser Böden hat eine viereckige verschliessbare Oeffnung, durch welche die Materialien und die Steine resp. Kugeln eingeführt werden, deren ca. 12—15 gezeichnet erscheinen.

In welcher Weise die Trommel gelagert ist und bewegt wird, ist in der Zeichnung nicht angedeutet, doch ist zu vermuthen, dass zwei hölzerne Böden mit Lagerbolzen dazu genügen, und dass im Uebrigen Handbewegung mittelst einer Kurbel stattfindet.

Ein zweiter Apparat, gebildet durch eine Scheibe mit Nabe, welche einen ringförmigen hohlen Kranz trägt, der durch eine verschliessbare

Digitized by Google

Oeffnung zugänglich ist, findet sich auf derselben Tafel, Fig. 9 und 10, gezeichnet und ist ebenfalls aus Gusseisen hergestellt. Eine ungefähr auf der Mitte der Ringdicke seitlich angegossene Furche dient als Schnurscheibe, um die Bewegung zu erleichtern. Der Durchmesser der kreisförmigen Ringachse beträgt ca. 1,05 M. und die lichte Weite der Ringhöhlung ca. 0,25 M.

Die Scheibe ist natürlich ziemlich stark, ca. 0,1 M., gegossen, um der Centrifugalkraft Widerstand zu leisten, während die Wandungen des Ringes schwächer gehalten sind.

Mallet (Practical Mechanics Journal, III. Serie, Vol. 2, S. 291) empfiehlt einen ähnlichen Apparat mit einer Kugel zur Darstellung von Kohlenstaub.

Das Innere seines Apparates ist eine scheibenförmige Höhlung mit abgerundeter Peripherie, am besten bis auf die mangelnde Excentricität dem Gehäuse eines Schiele'schen Ventilators vergleichbar. Das Gehäuse ist in zwei Hälften von schildförmiger Gestalt gegossen und auf der Peripherie mittelst eines Flansches zusammengeschraubt; die eine Hälfte trägt an der Peripherie eine verschliessbare Thür zum Ein- und Ausfüllen des Materials.

Eine Kugel, welche genau in die Rundung der Peripherie des Gehäuses passen muss, läuft frei darin und durch beide Schilde geht eine starke Welle mit Kurbelzapfen oder Riemenscheibe an einem Ende. Ist der Apparat genau abbalancirt, so spürt man die Reibung der Kurbel an den Seiten sehr wenig.

Ein solcher Apparat mit 15zölliger Kugel, verbunden mit einem rotirenden Drahttuchsiebe, und von einem Mann bedient, liefert hinreichendes Staubmaterial für 30 Förmer.

bb) Von den Tragapparaten mit umlaufenden Steinen.

§. 277. Die älteste Zeichnung eines derartigen Apparates findet sich im Atlas zu Karsten's Eisenhüttenkunde, 3. Auflage, Taf. XXVII., Fig. 8—16,

Digitized by Google

und stellt eine Massenmühle der Saynerhütte bei Coblenz dar.

Auf einer gusseisernen über einem Fundament durch Anker befestigten Sohlplatte sind zwei gusseiserne Ständer mit ihren Fussplatten durch Schrauben fest aufgestellt und oben durch eine angeschraubte, mit einer Verstärkungsrippe versehene Deckplatte mit einander verbunden.

Dieser Rahmen bildet den Halt für eine stehende massive gusseiserne Welle, welche oben in der entsprechend verstärkten und mit einem metallenen Zapfenlager versehenen Deckplatte, unten in einer verstählten Lagerpfanne ruht, die in einem auf der Sohlplatte eingesenkten Pfannenkasten durch Keile höher oder niedriger gestellt werden kann.

Der untere Zapfen der stehenden Welle ist besonders eingesetzt, und mit einem Keil befestigt; er ist halbkugelförmig geschmiedet und verstählt.

Die Welle trägt mittelst eines angegossenen Sattels einen ca. 6 Fuss im Durchmesser haltenden, mit Rand versehenen scheibenförmigen Trog; der Boden desselben ist $1^1/_4$ Z. stark, der Rand 6 Z. hoch und 1 Z. stark. Auf der unteren Seite ist der Boden durch 8 centrische angegossene Rippen verstärkt, an die sich mittelst lappenförmiger Ansätze ein horizontalliegendes conisches Getriebrad anschliesst; dieses arbeitet mit einem anderen kleineren Winkelrad, das auf einer Wasserrad- oder Transmissionswelle steckt, die im Rahmen des Apparates passend eingelagert ist.

Der Trog hat zwei einander gegenüber befindliche, mit Falzen versehene 1 F. lange, 6 Z. breite Oeffnungen, die mit eingepassten Platten bedeckt sind; durch diese Oeffnungen wird das fertige Material entfernt resp. abgezogen.

Auf der oberen Fläche des Trogs liegen in ungleichen Entfernungen von der stehenden Welle zwei gusseiserne hohle Walzen mit ihrer runden Mantelfläche auf.

Dieselben lasten nicht allein mit dem eigenen

Digitized by Google

Gewicht auf der Scheibe, sondern zugleich mit dem ihrer Zapfen und einer die stehende Welle lose umschliessenden schweren eisernen Hülse, in der die Zapfen der Läuferachsen stecken.

Auf diesen Achsen, welche einerseits in den entsprechenden Schenkeln der Hülse fest eingekeilt sind, andrerseits durch Schlitze in den Ständer des Apparates durchreichen und ausserhalb derselben übergreifende runde Köpfe haben — laufen die Walzen mittelst eingesetzter metallener Büchsen.

Die Walzen können sich frei heben, aber weder in der Richtung der Peripherie noch in der des Radius von dem Trog sich verschieben und werden durch die Drehung des Letzteren einfach in eine um feste Achsen rollende Bewegung versetzt, die das Mahlen hervorruft.

Die Construktion dieser Mühlen ist so einfach, gleichzeitig aber auch so verbreitet, dass eine Zeichnung entbehrlich erschien.

Eine Kohlenstaubmühle von eigenthümlicher Construktion mit bewegten Läufern ist auf Taf. XX. nach einer Skizze dargestellt, welche der verst. Bergrath Wachler in Malapane von Saynerhütte mitgebracht und dem Verfasser früher mitgetheilt hatte. Die Grösse des Maassstabes gestattet genaue Abmessungen, die noch dazu durch eingeschriebene Zahlen vervollständigt werden.

Fig. 3 giebt einen Vertikaldurchschnitt, desgl. die Axe des Tellers und dabei gleichzeitig eine Ansicht der Betriebswelle nebst den Läufern.

Fig. 4 die Seitenansicht der Bewegungsübertragung von der Wasserradwelle und

Fig. 5 die Oberansicht des Kopfes der stehenden Betriebswelle mit den beiden Mitnehmern.

§. 278. Guettier hat ausser einer in einem ringförmigen Trog um eine lange Achse laufenden schweren Scheibe, welche der rheinischen Apfelkelter einigermaassen gleicht, nichts angeführt, das in diese Classe von Zerkleinerungsapparaten gehörte.

Dagegen giebt wiederum Mallet (a. a. O.

Digitized by Google

S. 292 u. ff.) die Skizzen und Beschreibungen verschiedener Lehm- und Massemühlen, von denen wir einige näher ins Auge fassen wollen. Nachdem der englische Ingenieur Skizzen der Saynerhütte und Mühle mitgetheilt, ohne sie speziell zu bezeichnen, kritisirt er ihre Construktion wie folgt:

„Die Nachtheile dieser Bauart bestehen darin, „dass der unter dem Trog befindliche Mechanismus „sehr rasch mit Lehm und Schmutz überzogen wird „und sich die Lager in Folge dessen ausserordentlich „rasch abnutzen. Der ganze Trog ist werthlos, sobald „der Boden durchgelaufen ist und kann zum Bruch„eisen wandern; die Rollen oder Läufe füllen sich mit „Lehm und Schmutz, da sie offen sind und dadurch „geräth alle Art Unreinigkeit auf die Achsenlager der„selben und beschleunigt deren Abnutzung."

Eine kleine Massemühle baute Mallet selbst nach eigenen Entwürfen für eine mittlere Giesserei und sie bewährte sich durch viele Jahre hindurch. Eine ähnliche arbeitete auf der Vauxhall Foundry in Liverpool mit einem Trog von ca. 6 Fuss Durchmesser, der sich wie bei dem Sayner Apparat drehte, aber seine Bewegung von oben her übertragen erhielt.

Dieser Trog hatte einen aus zwei Hälften zusammengesetzten falschen Boden, der, einmal abgenutzt, sich rasch und ohne Demontage des Apparats auswechseln liess.

Die Walzen waren hohl mit hartgegossener Lauffläche und angeschraubten Seiten, so dass sich auch hier die Auswechselung in einzelnen Theilen vornehmen liess.

Die Abmessungen betrugen 2 F. 9 Z. für den Durchmesser, 2 Z. für die Stärke der harten Bahnen und 1 Zoll für die Dicke der Seitenscheiben. Die Walzen waren an Ketten so aufgehängt, dass sie nach Willkür mahlen oder bloss mischen durften, jenachdem sie mit voller Schwere oder mit einer entgegenstrebenden Federkraft arbeiteten.

Dieses ist besonders wichtig, wenn es sich um das Mischen von Lehm mit Sand handelt, da

Digitized by Google

Mallet darauf aufmerksam macht, dass in diesem Fall die einzelnen Sandkörner nicht zerrieben werden dürften, weil sonst der durch die Sandbeimischung beabsichtigte Effekt, die Lockerung des Lehms, wieder aufgehoben würde.

§. 279. Für wirklich ausgedehnte Werkstätten empfiehlt Mallet die in Fig. 9—11 der Taf. XIX. mitgetheilte, ebenfalls von ihm entworfene Lehm- und Massemühle.

Der Mechanismus, um die längs der Wand der Formmassenkammer aufgestellten Tröge zu bewegen, befindet sich in einem abgetrennten Souterrain und ist möglichst gegen das Herabfallen von Lehm und Schmutz gesichert. Das Gewicht des Troges jeder Mühle ruht auf einer stählernen „Zehe" am unteren Ende der verticalen Achse, die in einem nicht gefütterten Lager auf einem hohlen Fussstück aufsitzt.

Das obere Lager der Welle ist dicht unter dem Trog, der $7\frac{1}{2}$—8 Fuss im Durchmesser besitzt und sowohl Rippen, als eine starke Hülse an der Unterseite angegossen hat, um mit dem Kopfende der Welle verbunden werden zu können.

Jeder Läufer hängt in einem gusseisernen Rahmen, der die Zapfen des Ersteren umschliesst, und ist von dem Drehpunkt dieses Rahmens abhängig, den eine Wandplatte enthält. Jeder Läufer hat Streichmesser an seinem Lagerrahmen, welche das Umkleben des Lehms verhindern; beide liegen ungleich in Bezug auf den Mittelpunkt des Troges.

Unabhängig von der Bewegung des Letzteren fungiren zwei gekrümmte Klingen, die in Fig. 9 angedeutet sind und das zu behandelnde Material von einem Läufer zum anderen führen.

Eine Wasserzuleitung mit Hahn und Schlauch ist vorhanden, um beim Lehmmahlen das nothwendige Wasser nach Bedürfniss zuzuführen. Will man den Trog leeren, so hält man eine Schaufel in denselben der Bewegung entgegen und sie füllt sich von selbst, so dass es weder der Oeffnungen im Boden des Troges, noch anderer Maassregeln bedarf.

Digitized by Google

Dieser Apparat ist lediglich zum Mahlen bestimmt; will man aber mittelst desselben mischen, so hängt man die in Fig. 12, 13 und 13a dargestellten Stabrollen ein, welche die Oberflächen weit rascher erneuern, als es die glatten schweren Walzen thun.

Mallet erwähnt bei dieser Gelegenheit auch der anderen Disposition solcher Mengmühlen, wo der Trog fest ist, aber die Stabrollen um eine Welle sich rotirend drehen. Wegen der leichteren Verderbniss des Mechanismus trägt Mallet Bedenken, diese Anordnung zu empfehlen und zieht den beweglichen Tisch vor.

cc) Von den eigentlichen Mühlen.

§. 280. Von allen hierher gehörenden Mechanismen wendet man beim Giessereibetrieb nur die sogenannte Boghardusmühle an. Dieselbe besteht im Wesentlichen aus zwei Scheiben von Gusseisen, deren Flächen mit spiralförmig sich vom Centrum nach der Peripherie hin aufrollenden Narben oder Schärfen besetzt sind, welche das Zerkleinern der zwischen die beiden Mahlflächen gelangenden Körper veranlassen. Sie hat im Ganzen eine den Farbemühlen ähnliche Construktion, empfiehlt sich aber für eine andere Leistung, besonders aber für die Zerkleinerung eines so harten Körpers, als die Kohlen in der Regel sind, so wenig, dass diese kurze Erwähnung genügt, um den Kreis der Zerkleinerungsapparate abzuschliessen.

In Betreff der noch hierher gehörenden Apparate zum Mischen und Rättern kann auf die Mechanismen verwiesen werden, die zur Vorbereitung der Materialien in der keramischen Industrie, also bei der Ziegel- und Cementfabrikation, wie auch bei der Darstellung von Thonwaaren und Porcellan gebraucht werden.

Ausser einem gewöhnlichen Thonschneider und einigen Maukgruben oder Sümpfen bedarf man beim Giessereibetriebe gewöhnlich keiner besonderen Vorrichtungen zum Mischen und Vorbereiten des Lehms, und auch in Betreff der Separationen beschränkt man sich gewöhnlich auf das trockne Durchrättern des San-

Digitized by Google

des, im Fall derselbe Kieselsteine und andere Geschiebe eingemengt enthält. Sind Thonpatzen oder -kugeln darin vorhanden, so hält man dieselben nicht aus, verarbeitet sie vielmehr auf der Mühle, nachdem man den Sand leicht gebrannt hat, um ihn magerer zu machen.

Einzelne Werke, wie z. B. Ilsenburg und Lauchhammer präpariren den Sand sehr sorgfältig, doch sind die Vorrichtungen dazu alle sehr einfach und bedürfen keiner besonderen Erwähnung. Bei diesen zum Gelingen der Gusswaaren allerdings nothwendigen Arbeiten kommt es weit mehr auf eine geschickte Disposition und einen geübten praktischen Blick, als auf complicirte Maschinen an, welche schliesslich zur Unaufmerksamkeit verleiten und den Zweck vollständig verfehlen lassen.

3) Von den Vorrichtungen zum Trocknen und Brennen der Formen.

§. 281. Aus verschiedenen Aeusserungen der vorhergehenden Kapitel erhellt bereits, dass eine grosse Anzahl von Gussformen des Trocknens bedürfen, um zum Guss bereit zu sein.

Das zur Plasticität mancher Formmaterialien erforderliche Wasser muss ausgetrieben werden, ehe flüssiges Eisen mit denselben in unmittelbaren Contakt treten kann.

Dieses auszuführen bieten sich verschiedene Wege dar, welche aber fast alle darauf hinaus laufen, die Formen entweder mit heissen Luftströmen zu trocknen, welche man durch die zum Guss fertig zusammengesetzte Form streichen lässt, oder die einzelnen Theile einer Gussform in einen besonderen Raum einzuschliessen, der erhitzt werden kann.

Der letztgenannte Weg ist der am häufigsten eingeschlagene, da sich das erste Verfahren aus verschiedenen Gründen nicht bei allen Formmaterialien mit demselben Erfolg anwenden lässt und zu Fehlgüssen leichter Veranlassung geben kann.

Digitized by Google

Die Betriebsvorrichtungen, deren man sich bedient, um die Formen zu trocknen und zu brennen, begreift man unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung der Darrkammern, und giebt ihnen stets eine mehr oder minder einfache Einrichtung.

Bei derselben kommt es hauptsächlich darauf an, einen billigen Betrieb der Darrkammern zu ermöglichen, d. h. die dazu bestimmten Räume müssen womöglich so eingerichtet sein, dass sie eine grössere Zahl von Formtheilen aufnehmen und gleichmässig austrocknen können, dabei aber möglichst wenig und möglichst schlechten Brennstoff verbrauchen.

Man muss dafür Sorge tragen, dass eine praktische Feuerstätte eingerichtet sei, deren Wärme sich vollkommen gleich in allen Theilen der Darrkammer verbreitet und ganz ausgenutzt werde.

Um dieses zu erreichen, sind verschiedene Dispositionen getroffen worden, deren successive Betrachtung schliesslich zu einem bestimmten Construktionsprinzip am Ehesten führen dürfte.

§. 282. Die Form der Darrkammern ist gewöhnlich oblong und viereckig; dabei ist die Höhe in der Regel nur gering, weil die Formen getheilt eingeschoben werden.

Die einzige Ausnahme hiervon findet statt, wenn die betreffende Giesserei hohe und schwer anders als vertikal aufzustellende Gegenstände häufiger anzufertigen hat.

Ein Beispiel bietet die zur Anfertigung der Formen für säulenartige Untersätze von Dampfmaschinen bestimmte hohe Darrkammer der Borsig'schen Eisengiesserei in Moabit.

Dergleichen pyramidale und säulenförmige Untersätze zu Maschinen und Apparaten werden über einem ziemlich massiven und schweren Kern gegossen, der aus Lehmsteinen aufgemauert, eine andre als vertikale Stellung schwer vertragen würde.

Die meisten anderen currenteren Lehm- und Masseformen werden ihrer Länge nach getheilt und

Digitized by Google

können deswegen weit bequemer in nicht allzu hohen aber langen Darrkammern untergebracht werden.

Die oblonge Form ist auch in Bezug auf die bessere Ausnutzung des Feuers von hervorragendem Vortheil, da man sich den Raum der Darrkammer als Theil eines Feuerkanals zu denken hat und in einer länglichen Gestalt dieser Voraussetzung leichter entsprochen werden kann als in irgend einer anderen.

Es sind hier natürlich die Fälle ausgenommen, in welchen man die Formen an derselben Stelle trocknet, wo sie auch gegossen werden sollen.*) Dieses kommt vor, wenn mächtige Maschinencylinder geformt werden, deren Kerne ein solches Gewicht besitzen, dass von einem Transport nicht gut die Rede sein kann. Dann benutzt man die Dammgrube als Darrkammer und wir werden im nächsten Hauptabschnitt gelegentlich der Kanonengiesserei Veranlassung finden, eine sehr genial combinirte Feuerdammgrube zu erwähnen, welche Rodman bei dem Guss seiner mächtigen Geschützrohre mit grösstem Erfolg angewendet hat.

Die bekannte Einrichtung der Egells'schen Eisengiesserei zu Berlin gehört ebenfalls hierher, wo auf einer Dammgrube eine geschlossene Darrkammer erbaut ist, in welcher die Mäntel grosser Maschinencylinder getrocknet werden, während in der Dammgrube selbst die Kerne stehen bleiben und an Ort und Stelle fertig durchtrocknen.

§. 283. Die Ausstattung oder Einrichtung der Darrkammern ist ziemlich einfach.

Nach dem Innern der Hütte öffnen und schliessen sie sich durch schwere eiserne Thüren, welche entweder in Angeln oder noch besser, wenn hinreichend Wandfläche vorhanden ist, auf Rollen laufen und mit starken Klinken geschlossen werden können.

Nach dem Hofraume zu haben die Darrkammern nicht selten ein mit doppelten eisernen Läden versehenes Fenster, das hinreichend Licht einfallen lässt,

*) Vergl. Guettier, de la fonderie etc., pag. 243. Nr. 481, wo er der heizbaren Dammgruben Erwähnung thut.

Digitized by Google

damit die Leute bequem in der Kammer zu arbeiten vermögen.

Die Bauart selbst ist die eines feuerfesten Gewölbes; ein gepflasterter Fussboden, der vollständig wagrecht nivellirt sein muss und deshalb häufig mit eisernen Platten belegt wird, trägt ein oder zwei Geleise, auf denen eventuell ein schwerer eiserner Wagen von 18—24 Z. Plateauhöhe fahren kann.

Die Seiten der Kammer sind glatt oder dicht in die Höhe gemauert und aussen gut verputzt, um die Feuchtigkeit abzuhalten; dieselben tragen eiserne Balken oder Eisenbahnschienen, auf denen nach Art der Erdgeschossböden flache Gewölbe ruhen, welche eine feuersichere Decke bilden.

Gedeckt sind die Darrkammern ausserdem mit eisernen Blechdächern, die zwischen sich und der Oberfläche der Deckengewölbe noch einen nach der Förmerei offenen Zwischenraum lassen, der seinerseits die Abkühlung möglichst verhindert.

Zur Aufstellung von Chablonenachsen sind an einigen Stellen der Eisenträger der Decke Lagerspangen eingebracht, welchen passende Büchsen im Boden der Kammern entsprechen, obwohl man bei ungepflasterten Kammern die Letzteren, zum Nachtheil der Genauigkeit, oft für unnütz hält.

Fügt man zu all dem Gesagten noch in besonderen Fällen Winkel und consolartige Stützen an den Seitenwänden, um kleinere rascher trocknende Formen aufzustellen, während die grösseren auf den mit Gestellen versehenen Wagen sich befinden, so hat man für die Ausstattung einer solchen Betriebsvorrichtung das Maximum geleistet und nur noch für eine rationelle Heizung zu sorgen, von der jetzt die Rede sein wird.

§. 284. Zur Wärmeentwicklung beim Darrkammerbetriebe kann man sich verschiedener Mittel und Wege bedienen, welche alle in bestimmten Fällen gleich gut sein mögen, doch nicht immer einer allgemeinen Anwendung empfohlen werden können.

Digitized by Google

Man hat vorgeschlagen, die Abhitze, verlorene Hitze, anderer Apparate zur Vorbereitung der Giessformen in den Darrkammern zu verwenden*); man hat ferner in einzelnen Fällen die Kammer mit erhitzten Luftströmen**) erfüllt und auf diese Weise die beabsichtigte Wirkung erzielt, indess sind dieses mehr oder minder Ausnahmen und keineswegs von stetiger Wirkung.

Disponirt man über grosse Mengen verlorener Hitze oder erhitzter Luft, so leidet die Förmerei keinen Nachtheil in technischer, wohl aber in ökonomischer Beziehung, denn grössere Mengen verlorener Hitze (die stets aus solchen Apparaten stammt, wo eine grosse Ueberhitze stattfindet) sind stets theurer als Hitze, mit billigen Brennstoffen erzielt.

Es kann der Fall für grosse Hochofenwerke vielleicht Vortheil haben, obwohl man die abgezogenen Gase jetzt fast allgemein zur Dampferzeugung für die Gebläse und zur Erhitzung des Windes verbraucht und schwerlich in den Fall kommt, einer coordinirten Giesserei beständig davon zur Darrkammerheizung abgeben zu können.

Es wird also im Allgemeinen eine selbstständige Feuerungsanlage stets Grundprinzip bei der Heizung von Darrkammern bleiben und verfährt man dabei am Rationellsten so, dass man die Feuerung an die dem Zugang entgegengesetzte Seite der Darrkammer legt.

Von aussen muss bequem frische Luft unter den Rost treten können und von aussen muss auch das Schüren stattfinden; eine möglichst tiefe Lage des Rostes ist erforderlich, um die Hitze nach dem

*) Vergl. Guettier, welcher in seinem Handbuch der Giesserei S. 243 (Taf. 9, Fig. 1—3) eine von der Ueberhitze eines gewöhnlichen runden Vercokungsofens geheizte Darrkammer beschreibt, deren Hauptnachtheil darin bestehen müsse, dass sich Condensationsprodukte und fetter Russ auf die Formen niederschlage und die Vollendung derselben oft hindere.

**) In der Giesserei auf den Schneider'schen Werken zu Creuzot, soll man, nach einer neuen Privatmittheilung, erhitzten Wind zum Darrkammerbetrieb anwenden.

Digitized by Google

Boden der Darrkammer leiten zu können. Der Abzug findet an der entgegengesetzten Seite statt und meistens befinden sich die Füchse zu den Essen im Boden oder nahe am Boden, um die Wärme nach diesem besser herunterzuziehen. Es sind bezüglich dieser willkürlichen Direktion der Wärme sehr verschiedene Dispositionen üblich, die alle darauf hinaus laufen, der von einem verhältnissmässig kleinen Feuerherd ausgehenden Wärme eine möglichst gleichmässige Verbreitung im ganzen Raum der Darrkammer zu geben.

Beispiele einiger Darrkammern.

§. 285. Guettier giebt (a. a. O. S. 243) die Dimensionen der grössten Darrkammer in der Staatsgiesserei zu Indret, welche 9 M. Länge, 4,6 M. Breite und 4 M. Höhe besitzt.

Ausserhalb der Giesshütte belegen, ist sie mit einem blechenen Dache bedeckt; sie wird von 4 Herden geheizt, die sich an den Seiten vertheilen und die Formen sanft erwärmen, ohne sie zu verbrennen oder zu verderben.

Auf Taf. 9, Fig. 5, hat derselbe Verfasser auch noch die Skizze einer mit grösseren und kleineren Kasten angefüllten Darrkammer mitgetheilt und die Fig. 19, 20 und 21 geben den Begriff eines gewöhnlichen Darrkammerwagens, der allerdings unter die Geräthe gehört, seiner geringen Beweglichkeit wegen aber ebenso gut als integrirender Theil jeder im Betrieb befindlichen Darrkammer angesehen werden könnte.

Ein aus $2^1/_2$—3 Z. starken Stäben bestehender durchbrochener Gitterrahmen ruht mittelst der mitangegossenen Lagerscheeren auf festen quadratischen Achsen, deren Zapfen massive Rollen ohne Spur tragen. Diese laufen auf den einen aufstehenden Rand zeigenden Geleisen, welche gewöhnlich aus dem Innern der Kammer bis unter den äussersten Aufhängepunkt des nächsten Krahns reichen.

Dieser Wagen bekommt, wenn Röhrenkerne getrocknet werden sollen, eine besondere Einrichtung,

Digitized by Google

indem am vorderen und hinteren Ende Ständer mit vielfachen Lagerpunkten aufgesteckt werden, in welche sich alsdann die Spindeln der Röhrenkerne einhängen lassen.

Man kann natürlich diese Einrichtung so ausnutzen, dass die Darrkammer bis an die Decke gefüllt ist; doch empfiehlt sich dieses nicht, weil man darauf sehen muss, dass dieselbe Art Kerne auch denselben Gang des Trocknens durchmachen.

Das Verweilen in zu heissen, wie zu kühlen Zonen des Darrkammerraumes ist gleich nachtheilig und giebt, bei der eigenthümlichen Ausbildung der Röhrengiesserei im Grossen, zu viel Zeitverlust und Ausschuss, wie dieses an geeigneter Stelle noch ausführlicher zur Sprache gebracht werden wird.

§. 286. Obwohl nicht besonders zu empfehlen, doch ihrer eigenthümlichen Bauart halber von Interesse für den Techniker, der Darrkammern errichten will, ist eine Darrkammer der Geschütz- und Kugelgiesserei zu Spandau, die zum Trocknen der Munitionskerne benutzt wird und von Wiebe in seinem Skizzenbuch für den Ingenieur- und Maschinenbauer, Heft 10, Blatt 6, ausführlich dargestellt worden ist.

Das Dach der 10 F. 4 Z. langen und 6 F. 6 Z. breiten Kammer besteht aus einer Reihe von kleineren spitzbogigen Gewölben, welche auf 2 Endbalken von winkelförmiger Gestalt und 7 Mittelbalken von T-förmigem Querschnitt aufgeführt sind.

Die Feuerung liegt an der Rückseite in einem besonderen Anbau und besteht aus einem gebrochenen Rost, dessen nach der Kammer zu belegene grössere Hälfte platt, und dessen hintere Hälfte schräg ist; die Heizthür liegt über der letzteren Hälfte in der Rückwand und der ganze Apparat kann bequem von aussen geheizt werden.

Das Feuer durchströmt die Darrkammer und tritt rechts und links von der Eingangsthür, am anderen Ende, durch vergitterte Oeffnungen in zwei längs der Seitenwände zurückführende Kanäle, welche

Digitized by Google

sich am Feuerende der Kammer in einem Querkanal vereinigen, von dem aus in der Mittellinie ein dritter Kanal wieder nach der Eingangsthür zurück führt und unter deren Schwelle den seitlich ziehenden Fuchs eines niedrigen Schornsteins erreicht. Die sämmtlichen Kanäle sind mit Eisengussplatten eingedeckt, die eine leichte Transmission der Wärme gestatten, ohne den Zug zu hindern.

Ein breites Geleis von flachen Gusseisenstäben dient dazu, den mit den Kernen beladenen Wagen in die Kammer zu schieben und wieder zu entfernen.

Ausser dieser Darrkammer von spezieller Bestimmung sind auf der Spandauer Giesserei in neuester Zeit grössere Darrkammeranlagen für das Trocknen der Geschützformen eingerichtet worden, weil deren bedeutende Dimensionen die bisherige Methode der freien Trocknung mit kleinen Herden nicht mehr gestatten.

Die Einrichtung dieser grossen Darrkammern ist noch nicht bekannt geworden; sie liegen an einer Querwand der Giesshalle und werden von der andern Seite her gefeuert. Durch Hin- und Herleiten des Feuers wird eine möglichst vollkommene Sohlenheizung erzielt und der Effekt ist als ein sehr bedeutender und günstiger anzusprechen.

Die übrigen Darrkammern unterscheiden sich in keiner Weise von denen anderer Anstalten und werden auch nicht übermässig in Anspruch genommen, da das ganz abgegrenzte Produktionsgebiet der Geschützgiesserei nur die Kanonendarrkammern und die für die Munitionskerne dauernd in Anspruch nimmt.

§. 287. Die Berliner Eisengiessereien haben im Allgemeinen folgende Einrichtung für ihre Darrkammern adoptirt. In einer Ecke derselben, dem Zugange entgegengesetzt, befindet sich ein Rost auf dem Boden der Darrkammer, dessen Aschenfall von aussen her zugänglich ist, um den erforderlichen Zug herzustellen. Der Rost wird in der Regel von aussen aus bedient, nur selten ist noch die alte Ein-

Digitized by Google

richtung vorhanden, welche die Aufgabe des sämmtlichen zu einem Brand nothwendigen Brennstoffs vor Schliessung der Kammer involvirte und häufig zu ungleichem Austrocknen und Reisen der Formen Veranlassung gab.

Dargestellt findet sich eine derartige Disposition in dem mehrfach citirten Wiebe'schen Handbuch der Maschinenbaumaterialien etc., wo Taf. XXV. der Plan einer kleineren Eisengiesserei und darin auch die Disposition zweier aneinander stossender Trockenkammern von 6 und 8 F. Breite, 11 F. 10 Z. Länge und ca. 10 F. Höhe gegeben ist. Die Roste liegen in den Ecken zu beiden Seiten der Zwischenwand und die Essenkanäle an der Thürseite in der Mauerstärke derselben Zwischenwand.

Hierbei muss bemerkt werden, dass bei einer solchen Lage der Darrkammern die Zwischenwände ebenso stark ausfallen müssen, als die nach aussen hin aufgeführten Umfassungswände der Kammern.

Es ist nicht immer möglich, alle hart nebeneinander liegenden Darrkammern gleichzeitig zu heizen und in solchem Fall absorbirt die kaltstehende Kammer von der daneben befindlichen erhitzten Kammer um so mehr Wärme, als die Zwischenwand schwach ist. Das findet namentlich bei Lehmformhütten und Ateliers für Masseförmerei statt, wo oft 3 bis 4 Darrkammern nebeneinander liegen.

Eigenthümlich, aber empfehlenswerth ist die von W. Wedding auf seiner bereits mehrfach erwähnten Maschinenfabrik und Eisengiesserei erbaute Darrkammer, welche sowohl für kleine als für ganz grosse Stücke vorgerichtet ist und auf Taf. XIX., Fig. 14 u. 15, Platz gefunden hat. Die allgemeine Disposition ist der Art, dass das Feuer an der Aussenseite der mit Doppelwänden versehenen Kammer angelegt ist und dass dicht hinter der Schwelle ein theilweise verdeckter Fuchs die Feuergase sammelt und nach der Esse führt. Zwei Schienenwege sind so angelegt, dass die darauf hereingerollten Formen bequem von unten her geheizt werden können. Weitere Details giebt

Digitized by Google

die Zeichnung an, welche nach der Bauzeichnung selbst ausgeführt worden ist. Auf Taf. XX., Fig. 1 u. 2, findet sich die Zeichnung einer einfachen Darrkammer auf Königin Marienhütte, deren Construktion sich vollständig dem Ebengesagten anschliesst. In neuerer Zeit sind auf derselben Hütte zum Kerntrocknen der neuen Rohrgiesserei schöne Darrkammeranlagen gemacht worden, die Bedeutendes leisten.

4) Von den Vorrichtungen zum Eindämmen der Formen.

§. 288. Die hierher gehörigen Einrichtungen entsprechen oft einem doppelten Zweck, der in der Anlage derselben einige Modifikationen begründet.

Der erste und hervorragendste Zweck ist der, eine grössere Bequemlichkeit beim Guss zu erzielen und gleichzeitig der Form eine bedeutende Widerstandsfähigkeit zu geben.

Betrachtet man in der That die Arbeiten einer Lehm- und Masseförmerei, so wird man finden, dass, wenn die Formen auf der Hüttensohle aufgestellt werden, der Eingusstrichter, in den das Metall laufen soll, oftmals so hoch zu liegen kommt, dass die Giesspfanne, resp. der Ofenabstich in der ersten Etage des Hauses, d. h. 12—18 F. über dem Niveau der Hüttensohle liegen müssten, um nur dem Metall beim Guss den allernothwendigsten Fall geben zu können. Ausserdem besitzen die Lehmmäntel gewisser Formen selten eine hinreichende Widerstandsfähigkeit, um den Druck und die Expansion des Gusses ohne äusseren Halt aushalten zu können.

Diese beiden Erfahrungen vereinigen sich, um das Eindämmen der Formen in dazu reservirte oder jedesmal neuhergestellte Gruben zu befürworten, welche daher den Namen der Dammgruben oder Giessgruben erhalten haben.

Zu diesen beiden Gründen für die Anlage von Dammgruben, deren Wichtigkeit leicht eingesehen wird, tritt noch ein anderer, der in der Vervolkommnung der Giessereiprozesse wur-

Digitized by Google

zelt und durch dessen Anführung man eine technische Absicht bekundet.

Es ist das der Einfluss eines starken hydrostatischen Druckes auf die hervorragendsten Eigenschaften des Roheisens, namentlich seine specifische Schwere und die Dichtigkeit seines Gefüges. Wächst die letztere, so wachsen mit ihr alle Cohäsionskräfte, also gerade diejenigen Eigenschaften, derentwegen das Roheisen in dem Bauwesen und der praktischen Mechanik angewendet wird.

Wie weit der Einfluss geht, beweist die von R. Mallet in seinen Mittheilungen a. a. O. Bd. II., S. 1, gegebene Tabelle von Eisendichtigkeit, die hier folgt.

Es wogen:

	bei einer Tiefe von	Calder 1. heiss erblasen	Blaenavon. kalt erblasen	Apedale 2. heiss erblasen	Der Druck betrug
1.	0	6,9551	7,0479	7,0328	0 ℔ per □"
2.	27"	6,9633	7,0576	7,0417	6,4 „
3.	48"	7,0145	7,0777	7,0558	12,8 „
4.	72"	7,0506	7,0890	7,0669	19,2 „
5.	96"	7,0642	7,1012	7,0789	25,6 „
6.	120"	7,0776	7,1148	7,0915	32,0 „
7.	144"	7,0907	7,1288	7,1046	38,4 „
8.	168"	7,1035	7,1430	7,1183	44,8 „

Es ist deshalb begreiflich, warum dieser Grund des Gebrauchs von Dammgruben eigentlich der wichtigste und hervorragendste genannt werden kann, obwohl man erst den Bedürfnissen der Neuzeit seine genauere Erkenntniss verdankt, und in Folge dessen eine Reihe neuer praktischer Construktionen ersonnen hat, welche vor allen andern diesem Zwecke dienen.

§. 289. Für die Begründung der zuletzt genannten Wirkung hat R. Mallet das Meiste gethan und die Frage der Dammgruben überhaupt gründlich und zweckmässig erläutert. Deshalb und weil keiner der anderen Schriftsteller über Giessereibetrieb etwas Genaueres und Präciseres angeführt hat, folgen wir bei

Digitized by Google

unserer Betrachtung hauptsächlich den (Practical Mechanics Journal, III. Serie, Vol. 2, S. 321 ff.) enthaltenen Auseinandersetzungen des englischen Technikers, unsere eigenen Erfahrungen am gehörigen Orte einschaltend.

Mallet theilt die Dammgruben in zwei grosse Klassen, trockene oder offene Gruben und feuchte oder gewöhnliche Sandgruben.

Die ersten sind trocken gelegte mit einem ebenen Boden aus geeignetem Material construirte Höhlungen, welche in passender Weise unter dem Niveau der Hüttensohle liegen und zu den Krahnen des Raumes in gewisser Beziehung stehen müssen. Ihre Tiefe muss so gross sein, dass die grössten etwa vorkommenden Masse- resp. Lehmgussformen, fertig aufgestellt, nicht das Niveau des obern Randes überragen.

Die zweiten sind Gruben, welche einfach im Sand der Hüttensohle ausgegraben und mit demselben auch wieder angefüllt werden; man gräbt dieselben jedesmal nur so tief als die jeweilige einzudämmende Form Platz beansprucht und macht sie um so viel weiter, als der äussere Durchmesser der Form beträgt, dass die mit dem Eindämmen beauftragten Former rund um dieselbe herumgehen und den ihnen zugeworfenen Sand feststampfen können. Die Unterstützung der Aussenwände der Formen ist nächst der tieferen Lage nach Mallet die hauptsächlichste Funktion der ordinären Dammgrube in der gewöhnlichen Hüttensohle.

Die beiden Arten von Dammgruben gehen natürlicherweise von einem entsprechenden Unterschied in der Armatur der Formen aus, welche in Dammgruben zum Guss bereit gestellt werden sollen.

Man hat Lehm- und Masseformen, welche theils in wirklichen Formkasten gebildet, theils darin eingelegt und mit Sand umstampft werden, um Abschluss und Halt zu bekommen und in dieser Armatur bequem in stets offene Gruben gesetzt werden können. Andere, aus Luftsteinen aufgemauert, mit dünnen Lehmmänteln, und dabei zu umfangreich oder von zu seltsamer Gestalt, um in einer eisernen Um-

Digitized by Google

hüllung von einfach viereckiger oder runder Gestalt Platz zu finden, bedürfen der Eindämmung in gewöhnliche Gruben, um hinreichende Garantieen des Gelingens zu bieten.

Um der Substanz künftiger Kapitel nicht zu sehr vorzugreifen, ist kurz festgestellt, dass die Art oder Gattung der zu fabricirenden Gegenstände entscheidet, ob man mit trockenen Gruben allein in allen Fällen auskommt, oder ob man gezwungen ist, auch gewöhnliche Sandgruben zu haben.

Wiederum schreiben die äusseren Verhältnisse der Formen für Lehm- und Masseguss die einzuhaltenden Dimensionen der trockenen Gruben vor, während die gewöhnlichen Dammgruben stets um einige Fuss grösser sein müssen.

Eine gewöhnliche Dammgrube ist für jede Giesserei, auch wenn sie sonst fast nur in Kasten formt, nicht entbehrlich; für die höheren Klassen der Maschinengiesserei und für solche Werkstätten, wo unregelmässige und dabei raumerfordernde Dinge, wie Statuen und chemische Apparate dargestellt werden, sind Sanddammgruben von grosser Ausdehnung und Tiefe in stetem Gebrauch und werden den offenen, trockengelegten, Dammgruben stets vorgezogen.

§. 290. Es ist im Grunde auch Nichts einfacher, als eine Grube zu graben und sie wieder mit Sand zu füllen, aber es sind dabei verschiedene Methoden möglich, die gute und schlechte Resultate geben können.

Eine durch Erfahrung bestätigte Thatsache ist es ja, dass unter den vielgestaltigen Formen und Grössen der Lehmgussstücke die in der Breite mächtigen und starken selten eine bedeutende Höhe haben, während umgekehrt diejenigen, die eine grosse Tiefe der Gruben beanspruchen, meistens von geringem Durchmesser sind.

Vielleicht einzig die grossen Dampf- und Blasecylinder oder hohlen Geräthe von ähnlicher Form

Digitized by Google

(Gasapparate, Lohgruben etc.) vereinigen beide Ausdehnungen in ziemlich gleichem Maasse.

Ein Cylinder von 200 Z. Durchmesser und 144 Z. Höhe oder Hub würde z. B. eine Dammgrube von ca. 25 F. Durchmesser und 19—20 F. Tiefe in Anspruch nehmen, doch ist ein solcher Gegenstand immerhin eine Ausnahme.

Stehend gegossene Stücke, wie Rohre, Wellen aller Art, übersteigen selten die Länge von 25 F. und dabei ist der äusserste Durchmesser der fertigen Lehmform nie grösser als 6—8 F.

Aus dem Gesagten, wenn man auch nicht einmal den Guss von solchen Cylindern, wie der genannte ist, sicher voraussähe, würde sich ergeben, dass eine Dammgrube von 25 F. Durchmesser und 25 F. Tiefe allen erdenklichen Ansprüchen genügen dürfte; doch ist eine so gestaltete Grube stets von einem grossen Verlust an praktischem Material begleitet, welches nach Mallet's Ausdruck eine durch Menschenalter hindurch ruhig liegende inerte Masse bildet, mit Ausnahme der oberen und centralen Schichten, die gelegentlich aufgerührt werden.

Eine weit bessere Gestalt einer Dammgrube ist die einer tiefen cylindrischen Höhlung in der Mitte mit einer derselben concentrischen aber doppelt so grossen und nur halb so tiefen Oberhälfte, so dass sich in der Mitte eine ringförmige Schwelle bildet, welche allerdings dem natürlichen Boden angehören und nicht angestochen sein muss.

Was die Form des Horizontalquerschnittes einer Dammgrube anbetrifft, so ist die cylindrische Gestalt einer jeden anderen vorzuziehen, obwohl die viereckige (gleichseitige oder längliche) Form auch in der Praxis vorkommen kann.*)

*) Die beiden Dammgruben der Flammofenhütte in Gleiwitz, welche passende Beispiele für Sandgruben bieten, sind ursprünglich rechtwinklig angelegt, indessen werden sie meist rund ausgeworfen, wenn es sich um das Einsetzen von Formkasten handelt.

Digitized by Google

Abgesehen von der Ersparniss an Material, welche bei der Ummauerung von runden Dammgruben eintritt, ist nicht zu übersehen, dass auch bei lose im Sand ausgeworfenen Gruben von 15 Fuss Weite und 20 Fuss Tiefe die Wände senkrecht manchen Tag stehen bleiben können, sobald sie kreisrund abgegraben worden sind.

Man kann dieses meist der Eigenschaft des gestampften Sandes zuschreiben, stehen zu bleiben, sobald weder Erschütterungen noch Wasserströme auf ihn wirken; hier muss auch das Princip der Wölbung freilich in unendlich kleinen Verhältnissen Platz greifen.

Gewiss ist jedenfalls, dass der einspringende Rand einer Sandwand weniger leicht abgetreten werden kann, als der gradliegende oder gar der ausspringende Rand, Erfahrungen, welche man beim Besuch grosser Sandgruben mit steilen Wänden auf eigene Kosten sehr leicht machen kann.

§. 291. Sobald eine Dammgrube zu jedem Abstich frisch ausgeworfen und nach erfolgtem Guss und Entfernung des Gussstücks wie der Formtrümmer von neuem zugefüllt wird — ist es durchaus nothwendig, den Sand in solcher Verfassung zu hinterlassen, dass er beim Auswerfen in jedem verlangten Umriss, so stehe, wie dieses früher der Fall gewesen.

Dazu ist nothwendig, dass der eingefüllte Sand sorgfältig durchgerättert und alle fremdartigen Körper abgesiebt werden, dass man ihn ferner in Lagen von höchstens 1 F. Dicke einwirft und feststampft und dass dieses Stampfen durch eine Reihe von hintereinander hertretenden Arbeitern geschehe, wie beim Eindämmen der Formen selbst.

Sobald diese Arbeiten ohne Aufmerksamkeit oder Sorgfalt ausgeführt werden, tritt beim nächsten

---

Die eine davon hat einen abgesetzten mit Eisen armirten Boden, welcher gestattet, bei Walzengüssen, Abstichen von Wellen u. s. w., eine Druckhöhe von 18 Fuss zu erreichen, während sonst nur 15 Fuss möglich sind.

Digitized by Google

Aufgraben die Gefahr ein, dass alle Augenblicke ein Nachfall der Wände stattfindet, und sowohl Zeitverlust als auch Unglück hervorrufen kann.

Erstens muss unnützerweise mehr Sand bewegt werden, als unbedingt erforderlich ist, und dann fällt meist nicht aller schlecht aufgefüllter Sand auf einmal herab, sondern nach und nach, so dass man die etwa noch hängen gebliebenen Lagen absteifen muss.

Tritt aber ein Nachfallen ein, wenn bereits Theile der Formen in der Grube stehen, wenn z. B. der Kern auf seine Kernplatte bereits wagrecht eingelegt und untersteift ist und kommt der feuchte Sand mit der trocknen oft noch heissen Form in Berührung, so entsteht noch mehr Zeitverlust.

Die Form kühlt nicht nur an der betreffenden Stelle ab, sondern sie wird auch feucht und muss nochmals, wenn auch nur oberflächlich getrocknet werden; die Entfernung der lockeren Sandmasse von der Formoberfläche geschieht aber selten, ohne die Schwärze der Gussflächen zu beschädigen und diese Beschädigung tritt um so leichter ein, je sorgfältiger die Form gearbeitet ist, je langwieriger also jede Reparatur ausfällt.

Obwohl nun die meisten Gruben nicht hinreichend tief sind, um Unglücksfälle durch Verschütten zu veranlassen, so berichtet Mallet doch von einem solchen, wo ein fleissiger Former und 3 Tagelöhner in der Mittagszeit durch einen Nachfall überrascht wurden. Glücklicher Weise war einer der Leute am Krahn ausserhalb der Dammgrube und konnte Hilfe holen, da Niemand in dem Raume anwesend war.

Die Erstickung wäre ohne die Hilfe bald eingetreten sein, obwohl die Leute nur 1—2 Fuss Sand über dem Kopf hatten und zum Glück war auch die Form noch nicht in der Grube.

§. 292. Gegen solchen Nachfall kann man sich nach Mallet's Angaben (a. a. O. S. 353) durch die folgenden Vorsichtsmaassregeln sichern. Sobald eine Dammgrube über 6—8 Fuss tief ausgeworfen ist und man beabsichtigt, sie noch tiefer auszugraben,

Digitized by Google

müssen ihre Wände mit Brettern und Streben befestigt werden.

Diese Bretter werden ähnlich angewandt wie die Spundbretter bei Fundamentirungsarbeiten und sind ca. 4 F. lang, 6—8 Z. breit und $1^1/_2$ Z. dick; zwischen sich lassen sie ca. 6 Z. Zwischenraum und werden aufrecht gegen die senkrechten Wände der Grube gestellt. Ein Ring oder Reifen aus Winkeleisen von 2—4 Z. geringerem Halbmesser wird nun in die Grube gebracht und in der mittleren Höhe der Verkleidungsbretter mit Holzkeilen oder Steinen und schwachen Keilen gegen dieselbe festgekeilt. Diese Art Absteifung kann indess nur bei mässigen Weiten der Gruben angewandt werden und wiederholt sich, wenn die Grube um 6—8 Fuss tiefer ausgeworfen worden ist.

Soll behufs des leichteren Auswerfens ein (oder mehr) Zwischenboden eingelegt werden, so bieten die festgekeilten Ringe Auflager genug, um Sparren als Träger der betreffenden Bohlen einzulegen.

Indessen empfiehlt es sich, diese Art des Austiefens zu verlassen, um in andrer und praktischerer Weise den abgegrabenen Sand herauszufördern. Mallet schlägt vor, mit Eimern, Kübeln oder viereckigen Fördergefässen den Sand unter Beihilfe eines Krahnes zu entfernen. Dazu wäre es nothwendig, jedem Krahn, der die Dammgruben beherrscht, ein aus Eisenplatten hinreichend dauerhaft construirtes Gefäss der Art beizugeben, welches etwa ein Kubik-Yard (oder Kubikmeter) Inhalt haben soll. Der Boden desselben soll als Fallthüre eingerichtet sein, damit der einfache Druck auf einen Hebel genüge, den Sand zu entfernen.

Mit zwei Dampfkrahnen, deren jeder eine solche Vorrichtung besitzt, ist Mallet sicher, die Arbeit in der halben Zeit und mit weniger als der Hälfte an Tagelöhnern verrichten zu können, die man jetzt zu der betreffenden Ausführung braucht. Dabei würde für die arbeitenden Mannschaften jede Unsicherheit fortfallen, welche der Einbau von Böden und das absatzweise Aufwerfen des Sandes mit sich bringen.

Digitized by Google

Ein Vorrath von Strebringen aus Winkeleisen, in Sätzen von 3 oder 4 Stück gleichen Durchmessers, jeder Satz vom anderen um 2 Fuss im Durchmesser verschieden, würde genügen, um alle nothwendige Abweichung in der Dammgrubengrösse bewirken zu können.

§. 293. Uebersteigt der Durchmesser der Dammgruben die Grösse von 15 Fuss, so werden die eisernen Verstrebringe zu schwer und in solchen Fällen mögen einfache, transversal eingelegte Holzstreben am Besten sein, welche gegen rippenförmige rundgeschnittene Querspreitzen stossen, hinter denen die eigentlichen Schaalungsbretter zu liegen kommen. Dadurch kommen auf jede solche Strebe 10—12 Schaalungsbretter und es bleibt noch freier Raum genug in der Grube, um jede Arbeit bis zum Einlassen der Formen zu verrichten.

Wo man die eisernen Ringe anwenden kann, besitzen dieselben den unleugbaren Vorzug, dass sie erforderlichen Falls erst dann, wenn das Einstampfen der Gussform beginnt, entfernt zu werden brauchen; selbst das ist nicht immer nöthig, da man die ganze Bretterrüstung mit verstampfen kann und erst nach der Beendigung des Gusses zu entfernen braucht.

Doch ist die Entscheidung darüber, ob sie stehen bleiben soll, in Verbindung mit dem Former selbst zu treffen.

Wenn hinreichend Platz zwischen der Rüstung und den äussersten Eingüssen oder Luftauslässen bleibt, z. B. 18 Z. und wenn man sicher ist, dass die Bretter fest auf der Sandwand liegen und dass man beim Eindämmen Acht giebt, die Theile der Rüstung gehörig zu verstampfen, so kann man ohne Gefahr die Rüstung stehen lassen; während Hohlräume oder Lockerheiten des Sandes stets Gefahr nach sich ziehen.

Die Verwendung von thönernen Windpfeifen, Eingüssen etc., welche seit Jahren allgemeiner ge-

Digitized by Google

worden ist, vermindert die Gefahr, die in der Beibehaltung der Rüstung liegt.

Wo man sich zu den vorerwähnten Vorsichtsmaassregeln nicht entschliessen mag — also das Einstürzen der Wände nicht fürchtet, ist es stets gerathen, eine oder mehrere Leitern in der Dammgrube stehen zu haben, um den Arbeitern die Gelegenheit zum Entweichen im Fall eines Einsturzes zu erleichtern und das Verschüttetwerden zu vermeiden.

§. 294. In Betreff der permanenten oder trockenen Dammgruben giebt Mallet die folgenden Andeutungen.

Dergleichen Construktionen werden theils aus Ziegel- theils aus Bruchsteinen errichtet und die Form solcher Apparate ist entweder cylindrisch, quadratisch oder länglich vierseitig.

Auch hier muss schliesslich die Art der vorherrschenden Arbeit auf die Bestimmung der Form einwirken und auf die Abmessungen, die der Grube gegeben werden sollen.

Wird eine rechteckige, sowohl quadratische als oblonge Form gewählt, so müssen die Umfassungswände solches Profil haben, dass sie den Druck des Erdreichs aushalten können und werden gewöhnlich auch stärker errichtet als bei runden Gruben.

Ist der Untergrund der Giesserei trocken, so sind 1—2 Steinstärken als Mauerdicke hinreichend, während bei schwerem Thonboden oder noch mehr bei feuchtem morastigen Untergrund, wie z. B. in Woolwich, stärkere Wände und ausserdem noch äusserliche Streben nothwendig werden. Ist der Grund wasserführend, dann muss man die Feuchtigkeit von den Wänden und dem Boden der Dammgruben durch Drainage entfernen oder, wo hierzu kein ausreichender Fall ist, muss eine wasserdichte Construktion errichtet werden.

Eine trockene Dammgrube in solcher Lage wird entweder vollständig aus Eisen oder aus Steinen erbaut, auch kann man beide Materialien passend combiniren.

Digitized by Google

Mallet zieht im Allgemeinen, wenn es irgend angeht, die Anwendung des Mauerwerkes vor und giebt unter anderen auch den nachstehenden Grund an.

Ein zufälliges Ausbrechen oder Ueberlaufen flüssigen Eisens in grösserer Menge ist fähig, beim Auftreffen auf die Wände einer gusseisernen Dammgrube, die Platten derselben zu zersprengen und die Verkleidung leck werden zu lassen; ist Schmiedeeisen angewendet, so schweisst das hinzu gelangte heisse Gusseisen leicht an den Fugen oder Nietköpfen fest und ist nur unter Beschädigung der Wandung wieder zu entfernen.

Eine Lage Sand von 3—4 Zoll Dicke auf dem Boden würde denselben wohl schützen, die Wände blieben aber doch stets ausgesetzt und dann ist eine solche Sandschicht während der Arbeit in der Grube sehr rasch beseitigt und zusammengetreten, während eigentlich der Boden einer solchen beständigen Dammgrube möglichst rein zu halten ist.

In gemauerte Gruben lassen sich auch leichter Feuerungsanlagen zum Trocknen der Formen anbringen, wenn man einen falschen Boden von starken Eisenplatten etwa 1 Fuss über dem wirklichen Boden anbringt und von der Seite durch Kanäle Luft unter denselben treten lässt. Die Wegnahme eines Feldes dieses falschen Bodens giebt alsdann Gelegenheit, ein an der Stelle angelegtes Cokesfeuer zu unterhalten und irgend eine Stelle einer Form nachzutrocknen. Es ist selbstredend, dass die Platten mit Sand beschüttet sein müssen, ehe man das Feuer ansteckt.

§. 295. Für tiefe und weite Dammgruben, wie sie besonders bei der Lehmförmerei Verwendung finden, ist es von grossem Nutzen, einen bequemen Zugang zu der Grube zu haben und man hat wirklich die Einrichtung getroffen, von einer Seite aus eine überwölbte schiefe Ebene nach dem Boden der Dammgrube zu führen.

Dieser Zugang geht oft von Innen, oft auch von Aussen nach der Vorrichtung und wird allgemein

Digitized by Google

6 F. hoch und 5 F. weit gemacht; ein Geleise wird eingebaut und der Abschluss in der Dammgrubenwand durch eine Fallthür wieder hergestellt, um nach Willkür Zugluft für Feuerungen oder zur Abkühlung einer Form zu ermöglichen.

Der Zugang trägt viel dazu bei, durch erleichterte Zufuhr von Form- und Baumaterial die Arbeit zu erleichtern; auch die Mäntel der Form können in all den Fällen leichter entfernt werden, wo es nicht gelegen erscheint, die ganze Form mit dem eingeschlossenen Rohguss aus der Dammgrube mittelst der Krahne zu entfernen.

Noch ist zu erwähnen, dass bei der Anlage von geschlossenen Dammgruben in wasserhaltigem Boden, für die Befestigung oder Belastung der Dammgrube gesorgt werden muss, wenn sie entleert ist.

Es sind Fälle vorgekommen, dass dgl. aus Gusseisenringen, wie Gasometerglocken zusammengesetzte Gruben bei ihrer Entleerung mit sämmtlichen darin befindlichen Mannschaften um ihre halbe Höhe durch die Wirkung des Wassers gestiegen sind und in Wirklichkeit — schwammen.

Man konnte dem Uebelstand nur dadurch abhelfen, dass man rings um die Grube eine Reihe von Pfählen einrammte, und dieselben durch Schrauben und Bolzen vollkommen fest mit der Grubenausfütterung verband.

Ein anderer Ausweg, um trockene Dammgruben über nassem Terrain zu errichten, ist der von Maudslay, dem verstorbenen Gründer der gleichnamigen Giesserei, eingeschlagene.

Den feuchten Grund von Lambeth Marsh bei London in Erwägung ziehend, legte er seine Giesserei eine Etage hoch auf 4zöllige Gewölbe an, welche von eisernen Säulen und Gebälken getragen wurden.

Die Dammgruben lagen zwischen den beiden Etagen in vierseitigen Mauerschächten, die mit Sand gefüllt waren, während der übrige Theil des Erdgeschosses

Digitized by Google

zu Lagerräumen für Eisen etc. benutzt wurde.*) Diese Einrichtung liess sich in London durch den hohen Preis der Grundstücke rechtfertigen, würde aber, als Princip befolgt, wohl die Werkstätten, aber auch die Geldkassen der Eigenthümer trocken legen.

§. 296. Für Dammgrubenconstruktionen folgen nunmehr einige von Mallet selbst abgebildete Beispiele, welche ein Anhalten bei dem Bau solcher Anlagen geben dürften und welche sich auf Tafel XX. dieses Bandes Fig. 11—14 wiedergegeben finden.

Die ersten beiden Abbildungen stellen Durchschnitte jener abgesetzten Dammgruben dar, von denen bereits die Rede gewesen ist und welche geeignet sind, Löhne und Zeit zu ersparen.

Hat man einen trockenen mittelgroben Baugrund, so wählt man die Grube Fig. 1, wo die oberste Linie die Hüttensohle bedeutet, das eigentliche Mauerwerk der Grube also erst 3 F. tiefer anfängt; die Tiefe ist ziemlich bedeutend, denn sie beträgt 32 F., wovon 15 F. auf den unteren engeren Theil kommen.

Ist dagegen der Boden harter Lehm, Kies und dergl., so führt man nur die steilen Theile des Mauerwerkes in derselben Weise auf; die Ränder der unteren und oberen Hälfte, den Boden und den Absatz übergiesst man mit einer dichten Schicht von hydraulischem Cement, ohne vorher Steine zu legen.

Die zweite Abbildung giebt eine einfachere Vorrichtung, bei deren Bau namentlich an Materialien gespart wird und welche in irgend einem trocknen gesunden Baugrund angewendet zu werden vermag.

Mallet hat hierzu selbst die Entwürfe gemacht, auch späterhin die Verwendung geleitet und nur günstige Erfahrungen damit gemacht.

Der tiefere oder engere Theil ist ein aus Ziegeln gemauerter Cylinder, ohne besondere Bodenanlage, da der Baugrund grober trockner Kies war. Die obere

*) Die Dammgruben in der Flammofenhütte zu Gleiwitz besitzen eine ähnliche Einrichtung, insofern das Niveau der Hüttensohle eine Etage über dem auf Wiesengrund liegenden Erdgeschoss sich befindet.

Digitized by Google

Hälfte wird in der angedeuteten Form vorsichtig und nach einer Schablone ausgeschnitten, nothdürftig geebnet und mit zwei Lagen von Cement überzogen. Die erste Lage war nur ein roher Bewurf, die zweite wurde mit der Rolle sorgfältig geglättet.

Nachdem diese Grube wenige Jahre gedient hatte und meist mit feuchtem Formsand angefüllt geblieben, war der nur $2^1/_2$ Zoll starke Ueberzug so hart wie Stein geworden.

Für viele Eisengiessereien Norddeutschlands dürften sich die Einrichtungen dieser beiden Beispiele sehr gut qualificiren, namentlich, wenn die Lage eine trockene ist.

§. 297. Für nasse Lagen, wasserführende Schichten sind die Dispositionen zu befolgen, welche die Fig. 3 und 4 andeuten.

Die erste Abbildung zeigt eine Dammgrube, deren unterer 10 F. tiefer Theil in wasserführende Schichten taucht, welche wenig über das angedeutete Wasserniveau hinaus übertreten; es ist deshalb auch die Möglichkeit vorhanden, vorübergehend das Wasser aus einer frisch ausgeworfenen Grube zu entfernen.

Man schachtet zunächst die Grube vollständig aus und ebnet den Boden derselben, so gut es das andringende Wasser zulässt; eine dicke Lage von Portlandcement und Kalk wird dann nach erfolgten Auspumpen so rasch als möglich niedergebracht und mittelst einer rotirenden Schablone genau wie eine Calotte ausgehöhlt.

Die angedeuteten Ankerplatten müssen gleichzeitig mit eingegossen werden und fährt man fort, bis der Rand des Bodens erreicht ist.

Dann wird der schmiedeeiserne Kessel aufgesetzt und mittelst seines starken Randes in den eingegossenen Anker befestigt; sobald dieses geschehen, umgiebt man ihn ebenfalls mit einem dichten Guss von Cement, der gewöhnlich längst steinhart geworden ist, wenn nach 20—30 Jahren durch Oxydation und Rost das eiserne Stück verschwindet.

Das Cementstück muss allerdings so schwer und

Digitized by Google

so kräftig sein, dass nach Entfernung des Eisens der Wasserdruck dasselbe weder hebt noch zerbricht.

Die Oberhälfte der Dammgrube wird, da sie über der Wasserlinie liegt, einfach mit Ziegeln ausgefüttert und oben ebenso ausgeschrägt, wie es bei den anderen Beispielen geschehen ist.

Die Disposition der Fig. 4 der Taf. XX. ist jedes Mal zu befolgen, wenn es sich um Anlage von Dammgruben in nassen Terrains handelt, wo die Wasserlinie nur 5—6 F. unter der Erdoberfläche liegt und das Wasser in solcher Menge auftritt, dass die erforderlichen Erdarbeiten nicht auf dem gewöhnlichen Wege gemacht werden können.

In diesem Falle gebraucht man die Methoden, die beim Sinkmauerwerk für Schächte zur Anwendung kommen und darauf beruhen, dass eine ringförmige Mauer auf eisernem Schuh mit Schneide über geebnetem Terrain aufgeführt wird und man nach Erreichen eines bestimmten Gewichtes deren Einsinken hervorruft, indem man von innen her das Erdreich zuerst mit dem Spaten auswirft und nach Eintreten des Wassers mit Sackbohrern oder Baggern entfernt.

Während des Einsinkens wird die Mauer immer mehr erhöht und mit Beidem innegehalten, sobald die nöthige Tiefe erreicht ist.

Der Boden wird dann, so gut es geht, planirt und mit einer dicken Lage von Cement begossen, auf welcher, so lange sie noch weich ist, eine gusseiserne unterwärts mit Rippen versehene und mit Steinen gefütterte Bodenplatte zu liegen kommt, welche man nach vollständigem Auszug des Wassers durch eine schwach geneigte Mauerschicht mit dem untern Rand des Sinkmauerwerks verbindet, das mit einem Vorsprung dagegen drückt.

Ist in dieser Weise der Abschluss gelungen, so umgiesst man den oberen Theil des Sinkmauerwerks ebenfalls mit Cement, weniger, um zu dichten, als um die erforderliche Beschwerung hervorzubringen.

§. 298. An diese Bemerkungen Mallet's, welche das Thema fast ganz erschöpfen, wollen wir schliess-

Digitized by Google

lich nur noch einige Nachweise über einzelne Dammgrubenconstruktionen anknüpfen, die von Interesse sein könnten.

Auf Taf. XIII., Fig. 3 ist der Durchschnitt einer in sehr schlechten Baugrund eingesenkten vollkommen wasserdichten Dammgrube dargestellt, deren Construktion einige Eigenthümlichkeiten bietet.

Eine geschlossene eiserne Hülle umgiebt ein Ziegelfutter und ruht ihrerseits auf einem massiven Betonfundament, welches sowohl als feste Unterlage, wie auch als Abschluss gegen das Grundwasser dienen soll. Oberhalb des Betons ist ein zweites mit Ziegeln ausserhalb umkleidetes Schachtfutter aus Eisenblech um das innere Gefäss gesenkt und reicht wie das Letztere 13 F. über die Dammgrubensohle bis zur Hüttensohle empor, welche indess 7 F. unter dem obern Niveau der Dammgruben bleibt. Dadurch weisen die letzteren sämmtlich eine disponible Tiefe von 20 F. nach, welche dadurch erreicht wurde, dass die Flammöfen selbst auf hohe Terrassen gesetzt worden sind. (Vergl. §. 139 d. Abschnittes S. 501 und 502.)

Es ist bereits erwähnt worden, dass man heizbare Dammgruben eingerichtet hat; eine solche befindet sich beispielsweise auf der Eisengiesserei von F. A. Egells in Berlin und ist hauptsächlich zur Herstellung massiver und schwerer Blase- und Dampfcylinder errichtet worden. Eine genaue Zeichnung und Beschreibung dieses Apparats giebt Wiebe (a. a. O. I. 2. S. 481. Atlas Taf. XVIII.) und daraus geht hervor, dass auch hier eine wasserdichte Eisenumhüllung versenkt, und demnächst mit Ziegeln ausgekleidet werden musste. Umgeben wird diese Hülle durch eine Cementschicht, welche ihrerseits wiederum in einem kreisrunden Ziegelmauerwerke eingegossen ist.

Der gewölbte Boden des eingesenkten Kessels ist bis auf ein in der Mitte aufgesetztes Schablonenlager mit Ziegeln horizontal ausgefüttert.

Ueber der Dammgrube erhebt sich ein aus Blech bestehendes Haus, in dem die Kerne der Cylinder geheizt werden, während man die Mäntel in der Grube

Digitized by Google

ausdreht. Beide sind heizbar und die Formen werden an Ort und Stelle getrocknet und dann mit Hülfe eines in der Mitte des Ganzen aufgehängten Flaschenzuges zusammengestellt.

Eine eigenthümliche Art von Dammgruben sieht man auf der Friedrich-Wilhelmshütte bei Mülheim a. d. Ruhr, wo dieselben zum Guss der Rohre dienen.

Die letzteren werden in Masse geformt, die Formen frisch geschwärzt zusammengesetzt und in den Dammgruben so eingestellt, dass sie den anderen Tag gegossen werden können. Durch Anwendung heissen Windes und sparsamer Feuerung gelingt es, die Kerne und Mäntel vollkommen auszutrocknen. Ueberhaupt giebt der immermehr sich einbürgernde aufrechte Guss für Gasrohre Veranlassung, heizbare Giessgruben zu bauen und verweisen wir deshalb noch besonders auf die im zweiten Theil abgehandelte Darstellung der gusseisernen Gasapparate.

Abtheilung c. *Die Betriebsvorrichtungen, welche zur Vollendung des Gusses dienen.*

§. 299. Von allen Apparaten, welche dazu bestimmt sind, die Gusswaaren weiter bearbeiten zu helfen, können nur diejenigen hier aufgeführt werden, welche auf Giessereien in der Regel vorkommen und selten getrennt davon betrieben werden.

Es kann hier somit weder von dem ganzen Heer der Arbeitsmaschinen für Metalle d. h. der Bohr-, Dreh- und Hobelbänke die Rede sein, deren Behandlung wesentlich Sache des ausführenden Maschinenbaues ist — noch können die Vorrichtungen besprochen werden, welche zur allgemeinen Einrichtung der Schlossereien und Schmiedewerkstätten auf Giessereien gehören.

Es sind hier hauptsächlich viererlei Klassen von Apparaten zu behandeln:

1) Die Schleif- und Polirapparate, welche dazu dienen, den Gusswaaren eine oberfläch-

Digitized by Google

liche Vollendung ohne andere Werkzeuge als Schleifsteine, Polirscheiben u. s. w. zu geben.

2) Die Vorrichtungen, um Gusswaaren zu tempern oder zu adouciren, d. h. Vorrichtungen, vermittelst welcher die rohen Gussstücke ausgeglüht und dadurch weicher gemacht werden, als sie im Guss selbst ausfallen können.

3) Die Emaillirvorrichtungen, welche, wie der Name andeutet, dazu dienen, Emaillen, glasartige Ueberzüge, vorzubereiten, zu mischen, auf das Gusseisen aufzutragen und endlich einzuschmelzen.

4) Die Vorrichtungen, um die Gusswaaren mit anderen Metallüberzügen auf galvanischem Wege zu überziehen; Processe, die erst in neuester Zeit ausgebildet wurden und noch sehr wenig bekannt sind.

Die ausführliche Besprechung ist indess bei den meisten dieser Apparate dadurch erschwert, dass ein genaues Eingehen auf Einzelheiten der Verfahrungsweisen erforderlich ist, um die Wirkung der Vorrichtungen recht zu verstehen und ihre Gestaltung recht motiviren zu können.

Diese Ausführlichkeit geschieht am besten bei Gelegenheit der Beschreibung der Processe selbst und werden wir hier nur ganz allgemeine Notizen geben können.

1) Von den Vorrichtungen zum Schleifen und Poliren der Gusswaaren.

§. 300. Zum Schleifen und Poliren der Gusswaaren bedient man sich verschiedener zum Theil wenig bekannter Apparate, unter denen die verbreitetsten die gewöhnlichen Schleifsteine sind; die Drehung derselben muss aber eine sehr rasche sein, um die Arbeit hinreichend zu fördern und man wendet deswegen nur Maschinenkräfte an. Dasselbe Prinzip in Betreff der Wahl des Motors findet auch bei den übrigen hierher gehörenden Vorrichtungen

Digitized by Google

statt, welche in wohlgeordneten Schleifereien, z. B. in Lauchhämmer, an einer Transmission liegen und durch Riemenscheiben betrieben werden.

Man unterscheidet wesentlich zwei Klassen von Schleif- und Polirwerken:

aa) Die ordinairen Schleifsteine, auf welche mit Wasser und ohne Anwendung anderer Mittel entweder nur Nähte und Eingüsse bestimmter Waaren abgeschliffen werden oder gewisse grobe Gusswaaren ihre Vollendung erhalten.

bb) Die feineren Schleif-, Glanz- und Polirbänke, auf denen mittelst der mannigfaltigsten Combinationen von bestimmten Schleifkörpern, Schleif- und Polirpulvern und schmierenden Flüssigkeiten die verschiedensten Gestaltungen der Gusswaaren vollendet und mit glatten und glänzenden Oberflächen versehen werden.

Damit ist die Arbeit der oberflächlichen Vollendung durch Angriff der Oberflächen erschöpft, so weit sie durch mechanische Vorrichtung möglich ist; alles Weitere bedarf der sorgfältigsten Handarbeit und die hierbei zur Anwendung kommenden Geräthe werden in der folgenden Hauptabtheilung zwar wohl erwähnt, doch nicht geschildert werden.

Dieses ist vielmehr Gegenstand des nächsten Bandes, wenn von den Verfeinerungsarbeiten selbst die Rede ist, bei deren Besprechung auch das Wenige ergänzt werden muss, welches hier vom constructiven Standpunkt, und ganz allgemein nur, über die erforderlichen Vorrichtungen verhandelt werden kann.

Es ist noch zu bemerken, dass über die letzteren Nichts in der Literatur veröffentlicht ist, dass Alles hier Gesagte durchaus auf persönlicher Wahrnehmung beruht und das Recht beansprucht, als Skizze aufgenommen und beurtheilt zu werden.

Digitized by Google

aa) Von den gewöhnlichen Schleifwerken.

§. 301. Diese Schleifwerke bestehen aus einem oder mehreren grösseren oder kleineren kreisrunden Steinen, die mit bedeutender Geschwindigkeit sich umdrehen und dabei stets mit Wasser benetzt werden.

Die Bewegungsübertragung findet wie bei einem Ventilator durch Riemenscheiben oder Rollen statt und liefert 2—500 Touren pro Minute, je nach der Grösse des Steins.

Da der Letztere dem Zerspringen ausgesetzt ist und ein solcher Zufall zu schwerem Unglück Veranlassung geben kann, umgiebt man den rotirenden Stein immer mit einem dauerhaften eisernen oder aus Bohlen zusammengefügten Gehäuse und lässt blos das Segment frei, an welchem gewöhnlich geschliffen wird.

Zum Schleifen selbst bedient man sich bei allen grösseren und schwereren Gegenständen sogenannter Schleifböcke, d. h. in Charniren drehbare Holzwiderlager, auf die oder an die, der zu schleifende Gegenstand gelegt und durch eine einfache Bewegung an die Peripherie des Schleifsteins angedrückt wird.

Dadurch, dass man diese Böcke ziemlich lang macht, kann man grössere Flächen damit gegen den Stein halten, ohne eine ungleiche Abnahme von Eisensubstanz befürchten zu müssen. Indessen sind diese Hülfsmittel immerhin sehr rohe und die manuelle Geschicklichkeit des Arbeiters muss den Mangel geeigneter und genau arbeitender Vorrichtungen ersetzen.

Bei dem Maschinenbau kommen Schleifwerke für Schmiede- und Gussstücke gleichfalls vor, z. B. finden sich dergl. in den Werkstätten von Borsig und Schwarzkopff, — dann ist der Schleifbock gewöhnlich ein mehr oder weniger steil aufrechtstehendes Brett mit einer Querschwelle in geeigneter Höhe, auf die man alsdann das zu bearbeitende Stück legt und gegen die Schleiffläche drückt. Hierbei ist vor Allem zu beachten, dass im Moment des Andrückens die zu schleifende Fläche

Digitized by Google

der Steinperipherie tangential sein muss, um eine gleichmässige Bearbeitung wenigstens innerhalb gewisser Grenzen möglich zu machen.

bb) Von den feineren Schleif- und Polirbänken.

§. 302. Um die Gusswaaren, nachdem sie auf den gewöhnlichen Steinen von ihrer Gusshaut befreit sind, weiter zu schleifen resp. zu poliren, werden eine Menge von verschiedenen Vorrichtungen angewendet, die sich in drei grosse Abtheilungen bringen lassen.

Zunächst sind Mechanismen vorhanden, welche nur das Werkzeug bewegen, während der zu bearbeitende Gegenstand fest liegt oder gehalten wird. Die Werkzeuge sind gewöhnlich Scheiben, welche theils mit der peripherischen Fläche, theils mit den Seiten, doch immer in der Nähe der Peripherie, wirken. Die Achsen der Schleifscheiben werden in vielen Fällen senkrecht gestellt, wie bei der Glasschleiferei — welcher die Metallschleiferei als jüngere Kunst viel nützliche Erfahrungen und Anregungen, namentlich in Bezug auf Schmirgeln und Poliren verdankt.

Das Material dieser Scheiben ist theils feiner Schleifstein oder Wetzschiefer, theils Holz und endlich auch Leder und Filz. Selbst scheibenförmige Bürsten kommen zur Anwendung und wirken dann nur mit der peripherischen Fläche.

Die zweite Gruppe von Mechanismen, allerdings nur auf eine begrenzte Zahl von Gegenständen angewendet, zeigt die entgegengesetzte Anordnung der Haupttheile, insofern, als sich hier der Gegenstand der Bearbeitung bewegt, während das Werkzeug selbst relativ unbeweglich d. h. fest bleibt. Vorzugsweise kommt diese Gattung von Schleifmaschinen bei dem Drehen und Poliren grosser Ofencylinder und anderer runder Formen vor, welche auf einer Art Drehbank aufgespannt und mit den verschiedenartigsten Substanzen bearbeitet werden.

Die dritte Gruppe der hierher gehörenden Apparate besteht aus denjenigen, von welchen sowohl

Digitized by Google

der zu bearbeitende Gegenstand, als auch das Werkzeug jedes in anderem Sinn und in anderer Richtung bewegt werden. Hierher gehören u. A. die in Lauchhammer angewandten Maschinen zum Bearbeiten grösserer Platten zu Kaminfüllungen und Oefen, die auf das Princip der Metall-Hobelmaschinen mit hin- und hergehendem Schlitten basirt, aber meist von Holz, wie alle vorher beschriebenen Schleifapparate gebaut sind. Die Platte liegt auf einem vollkommen planen Schlitten festgekeilt auf und wird unter einem walzen- oder scheibenförmigen Werkzeug (von ebenso verschiedenem Material wie die Schleifscheiben) durchgeführt, welches bei scharfem Angriff in einer dem Gange des Schlittens entgegengesetzten Richtung gedreht und beim Rücklauf des Schlittens ausgerückt wird; durch beliebig einzuführende Verhältnisse zwischen der Schnelligkeit des Schlittens und der Umlaufsgeschwindigkeit des Werkzeuges lassen sich verschiedene Wirkungsgrade erzielen.*)

2) Von den Vorrichtungen, um die Gusswaaren zu tempern.

§. 303. Da die Darstellung getemperten Gusses oder schmiedbaren Gusses in der Neuzeit einige Bedeutung erlangt hat, werden wir, den Angaben Mallet's und Andrer folgend, im 2. Bd. dieses Werkes eine ausführliche Darstellung des Processes selbst geben, an die sich, wie all bei den Vollendungsarbeiten auch das Wichtigste über die Einrichtnng der erforderlichen Vorrichtungen knüpfen muss.

Hier wollen wir der Vollständigkeit wegen nur anführen, dass man in den englischen und auch in manchen continentalen Fabriken von der Anwendung der gewöhnlichen Temperöfen, wie sie u. A. Karsten (Atlas Taf. XXVII. Fig. 1—7) abbildet und (a. a. O. III. S. 506) beschreibt, abgegangen ist und den Gas-

*) Da der Zutritt zu den grösseren Schleifereien gewöhnlich verboten ist, so muss diese Skizze der üblichen Vorrichtungen genügen, von denen Zeichnungen nicht vorhanden sind.

Digitized by Google

regeneratorofen von Siemens sowohl für den Guss, als Tiegelofen, wie auch für das Adouciren, als Glühofen adoptirt hat.

In beiden Fällen sind die Resultate günstiger, als bei den seitherigen Apparaten, da zum Adouciren ein schlechterer Brennstoff angewandt werden kann, der selbstverständlich eine geringere Leistung giebt, aber auch bei dieser bedeutend mehr ausgenutzt wird, als in jedem anderen Ofen. Zum Tiegelschmelzen wird wie bei der Gussstahlfabrikation eine vollkommene Mischung und ein rasches Eingehen der Einsätze erzielt, welche die Auswahl des Materials, wie auch das Erreichen eines bestimmten Resultates zu einer relativ sicheren Sache macht.

Gleichzeitig ermöglicht die in solchen Regeneratoröfen bis auf ca. 3000° zu steigernde Hitze das Mischen des Gusseiseneinsatzes mit Stahl- und Schmiedeeisenbrocken, die von vornherein das Adouciren erleichtern. Die bedeutende Leistungsfähigkeit der nach dem Siemens'schen System errichteten Tiegelöfen ist für die Darstellung schmiedbaren Eisengusses ein weiterer Vortheil, der die Einführung jenes Ofensystems dringend empfehlen muss, da die Bedienung einer gleichviel leistenden Anzahl Windöfen weit mehr Kräfte erfordert und Zeit wie Kosten in Anspruch nimmt.

Die Tempergefässe, welche man gewissermaassen als Theile der Oefen ansehen darf, sind gewöhnlich aus Gusseisen und haben hinreichend starke Wände, um eine Anzahl Glühungen auszuhalten, aber dabei nicht zu schwer im Gewicht auszufallen. Man macht an sie in Betreff der Dauer dieselben Ansprüche wie an die Knochenbrenntöpfe der Zuckersiedereien und kann ihnen auch eine cylindrische Form, doch von geringerer Höhe als Breite geben.

3) Von den Emaillirvorrichtungen.

§. 304. Die Emaillirvorrichtungen theilen sich hauptsächlich in zwei Gruppen, von denen nur

Digitized by Google

die eine dem Emaillirverfahren eigenthümlich ist, während die andere vollständig der Fabrikation von Glas und Porzellan entlehnt wurde, mit welchen Substanzen die Emaille ja auch die grösste Aehnlichkeit besitzt.

Diese letztere umfasst die Apparate zum Zerkleinern der Emaillirmateriale sowie zum Mischen und Mahlen der Emaillen und Grundmassen.

Man wendet zunächst Stampfwerke an, um die rohen höchstens durch Glühen vorbereiteten Materialien zu grobem Pulver zu zerkleinern und macht dieselben dann trocken vollständig klar auf einer Mühle mit Läufern, wie sie für Farben etc. angewandt werden. Die Mischung und das Herstellen der zum Auftragen fertigen Massen geschieht mit Hülfe von Wasser auf den sogen. Glasurmühlen; hierbei ist die Erzeugung eines absolut feinen unfühlbaren Schlammes Grundbedingung.

Die Einrichtung dieser Glasurmühlen ist im Allgemeinen so, dass der unbewegliche Stein in einem hinreichend tiefen Kübel oder Bottich liegt und dessen Boden bildet, während der Läufer mit seiner Welle oberhalb eingelagert ist und so von der Kübelwand umgeben wird, dass der Schlamm immer wieder auf den Läufer und durch denselben nach der Mahlfläche gelangen kann.

Wenn der Betrieb hinreichend ausgedehnt ist, wie z. B. auf der Giesserei in Trzinietz, deren Emaillirwerk zu den besteingerichteten zählt, auf der Gleiwitzerhütte, der Marienhütte bei Kotzenau in Niederschlesien der Giesserei zu Lauchhammer, u. v. A. so ist es vortheilhaft in zweifacher Beziehung — das Material auf einer Mühle vorzubereiten und zum Nassmahlen der Massen zwei besondere Glasurmühlen aufzustellen, um des Reinigens oder der unsauberen Arbeit überhoben zu sein. Natürlich ist hierzu erforderlich, dass die grosse Leistung des Werkes eine gleichzeitige fortwährende Darstellung von frischer Emaille und Grundmasse erfordert.

Die Stampf- und Pochwerke haben keine

Digitized by Google

besonders abweichende Construktion, sondern ähneln den in Aufbereitungs- und verschiedenen Fabrikationsanstalten üblichen Bauarten. Gewöhnlich reichen 6—10 Stempel aus, um das Material für eine grössere Emailliranstalt mit $^1/_4$ Million Stück Geschirren vorzurichten und zuzubereiten.

§. 305. Die zweite und wichtigere Gruppe von Vorrichtungen zum Emaillirbetriebe besteht aus den hierzu erforderlichen Oefen, die ihrerseits wieder in zwei Gattungen sich scheiden lassen.

Die erste derselben sind die Schmelzöfen für die Emaillen und Grundmassen und gehören in die Klasse der Tiegelöfen; sie besitzen indessen einige Abänderungen, welche dadurch nothwendig werden, dass die fertig geschmolzenen Substanzen im Ofen selbst aus dem zu diesem Behufe durchbohrten Schmelzgefäss durch Abstechen entfernt werden.

Deswegen ist die eigenthümliche Construktion des Aschenfalls gerechtfertigt, welche man an diesen Oefen meist beobachtet und die hauptsächlich in einer mit einem aufwärts gerichteten cylindrischen Hals versehenen Eisenplatte besteht, welche unterhalb des Rostes den Ofenschacht schliesst.

Der Hals ragt in den Rost hinein und trägt den im Boden durchlöcherten Tiegel, dessen Inhalt durch den Hals in den untersten Theil des Ofens laufen und in einem daselbst angebrachten Wasserreservoir erstarren kann.

Bei der Beschreibung des Emaillirens werden die Abbildungen eines solchen Ofens vorgeführt und auf die hauptsächlichsten Details desselben aufmerksam gemacht.

Die andre Gattung von Oefen dient zum Einbrennen der Emaillen und Grundmassen auf dem Eisengeschirr und gleicht den zum Aufbrennen der Porzellanmalerei angewendeten Muffelöfen in Einrichtung wie im Betrieb ganz ausserordentlich.

Der Haupttheil des Ofens ist die nach einer Seite hin offene halbcylindrische Muffel von Gusseisen, welche meist zweitheilig hergestellt wird, indem man auf einen

Digitized by Google

stärkeren, mit Falzen versehenen Boden den halbcylindrischen mit einer halben Kreisfläche geschlossenen Mantel aufstellt und dadurch den leichter angegriffenen Boden erneuern kann, ohne den Mantel wegzuwerfen. Die Feuerung befindet sich unter dem Muffelboden und die Flamme umspielt, nachdem sie denselben getroffen hat, den ganzen Mantel und zieht durch eine niedrige Esse ab.

Obwohl 4—6 Muffeln in einer Reihe stehen, so erhält jede dennoch ihre besondere Feuerung und ihre besondere Esse, weil selten die ganze Reihe im Betrieb ist und es ausserdem mittelst einer gewöhnlichen Feuerung schwer halten dürfte, alle Muffeln gleichmässig zu erwärmen. Da im Allgemeinen nur zweierlei Temperaturen einzuhalten sind, so liesse sich der Siemens'sche Apparat auch hier sehr vortheilhaft anwenden, wenn man einen Ofen zur Aufsonderung der Grundmasse, den anderen zum eigentlichen Glasiren anlegt.

§. 306. An die Emaillirvorrichtungen schliessen sich indirekt die Apparate an, welche man zum Theeren der Geschirre wie auch andrer Gegenstände anwendet.

Da man in der Regel die zu theerenden Güsse, seien sie nun emaillirt oder nicht (z. B. Gasrohre) stark erwärmt, ehe man den Theerüberzug aufträgt, so muss man in manchen Fällen besondere Oefen erbauen, um dieses Wärmen in geeigneter Weise zu verrichten.

Bei dem Betrieb der Emaillirhütten hilft man sich über diese Anforderung hinweg, dadurch, dass man die frisch glasirten Gegenstände theert, ehe sie die beim Aufschmelzen erhaltene Temperatur vollständig verloren haben.

Wo es sich aber um massenhafte Lieferungen getheerter, aber nicht emaillirter Gegenstände handelt, muss man zur Förderung der Arbeit anders verfahren. Besonders gilt dieses von currenten Waaren zu Wasser- und Gasrohren, welche meist eine Länge besitzen und im Gewicht weniger dif-

Digitized by Google

feriren. Da zudem solche Lieferungen gewöhnlich sehr rasch gemacht und vollendet werden müssen, wenn man nicht enorme Bestände der verschiedensten Kaliber liegen haben will, so kann man hierbei nicht auf Handarbeit allein fussen, sondern muss Maschinenkraft zu Hülfe nehmen und Oefen bauen.

Diese Oefen sind wie starkziehende Darrkammern eingerichtet, haben niedrige Gewölbe und zwei einander gegenüberliegende Thüren von solcher Breite, dass Rohre von 9—10 Fuss Länge, querliegend, bequem hinein- und herausgerollt werden können.

Einerseits führen 2—3 ansteigende Schienen vom Abnahmeplatz der rohen Rohre nach der Sohle des Ofenherdes, andrerseits rollen die heissen Rohre auf eine wagrechte Schienenlage heraus, auf der sie, über einem Theergefäss sich befindend, erforderlichen Falls nur ausserhalb getheert werden.

Soll das Theeren innen und aussen geschehen, so packt man die Rohre mit einem über das Ganze wegreichenden fahrbaren Gerüstkrahn, taucht sie in die Theermulde und lässt sie jenseits derselben auf einem ebenfalls aus Schienen errichteten Gerüst abtropfen und trocknen.

Eine sehr gute Disposition dieser Art giebt Guettier in seinem ausführlichen Werke de l'emploi pratique et raisonné de la fonte de fer etc. 1861. Atlas Taf. 3, auf die wir später zurückkommen.

4) Von den Vorrichtungen zum Ueberziehen des Gusseisens mit anderen Metallen.

§. 307. Der hierher gehörenden Vorrichtungen sind nur sehr wenige, denn diese Branche der Veredlung von Gusswaaren wird noch wenig und dann in sehr kleinem Maassstab betrieben.

Die Vorrichtungen hierzu bestehen theils in Oefen, um das Auftragen der Lacke und Firnisse vorzubereiten, welche den Metallüberzügen als Grundlage dienen, und um andre Metallüberzüge aufzutragen und zu brennen; theils in Bassins zum Darstellen galvanischer Ueberzüge.

Digitized by Google

Die Oefen gleichen entweder den Darrkammern für Feinformen, wie wir sie speciell bei der Feinförmerei erwähnen werden, oder den Zink- und Zinnbädern beim Verzinken oder Verzinnen der anderen Eisenwaaren.

Die Gefässe zu galvanischen Niederschlägen sind entweder von kupfergefüttertem Holz oder bei kleineren Gegenständen von Porcellan resp. Steinzeug.

In allen hierher zu rechnenden Fällen richtet sich aber die Construktion dieser Vorrichtungen so sehr nach den Specialitäten des Verfahrens, dass wir die Besprechung der einzelnen Details hier nicht geben wollen, wo von einem allgemeineren Gesichtspunkt aus geurtheilt werden muss.*)

B. Die Geräthe und Gezähe.

§. 1. Die Geräthe und Gezähe der Eisengiesserei umfassen alle leichteren Hilfsmittel des Betriebes, welche dem einzelnen Arbeiter sowohl als einer Gesellschaft von Arbeitern dazu dienen, die Betriebsvorrichtungen zu gebrauchen und die Arbeiten auszuführen.

Es ist mit einem Wort das Handwerkszeug der Giesserei, von dem hier die Rede sein wird.

Seine Betrachtung nimmt indessen aus verschiedenen Gründen bei weitem nicht so viel Zeit und Platz in Anspruch als die Beschreibung der Betriebsvorrichtungen.

Der grösste Theil aller hierher gehörenden Gegenstände dient erstens dem persönlichen Gebrauch der Arbeiter, welche sich dieselben zum Theil aussuchen, zum Theil abändern, auch wohl von Grund aus neu anfertigen.

---

*) Noch sind die bei der Gusswaarenabnahme in besonderen Fällen angewandten Apparate: zur Bestimmung des specifischen Gewichts von Gussstücken und zur Bestimmung der Festigkeit des Gusses zu erwähnen; die Anwendung ist indess so selten, dass bei der Besprechung der Abnahmemethoden das Geeignete am besten zum Vortrag kommt.

Digitized by Google

In Folge dieser einen Beziehung giebt es eine Unzahl hierher gehörender Dinge, welche in Form und Aussehen ausserordentlich variiren, ohne darum aufzuhören, demselben Zweck zu dienen. Eine Charakteristik ihrer Eigenschaften kann deswegen nur eine sehr allgemeine sein, und es muss der Bekanntschaft mit dem Detail der Praxis vorbehalten bleiben, den Mangel des Lehr- oder Handbuches zu ersetzen.

Ein zweiter Grund, der eine ausführliche Behandlung erschwert, ist der Umstand, dass z. B. bei Modellen und Formkasten die Construktionsregeln fast nur aus Ausnahmen bestehen, deren Begründung allein bei der Beschreibung der Arbeit selbst möglich ist. Es würde also nur eine geringe Zahl Geräthe übrig bleiben, bei deren Betrachtung, ohne zu anticipiren, eben so ausführlich vorgegangen werden könnte, wie bei den Betriebsvorrichtungen.

Wir entschliessen uns deswegen, hier nur allgemeine Gesichtspunkte aufzustellen, das ganze Detail aber wesentlich in den nächsten Band zu verweisen.

§. 2. Die Disposition des Stoffes dieses Abschnittes wird am Besten in folgender Weise geschehen müssen:

a) Eigentliche Werkzeuge und Geräthe zur Bewartung der Oefen wie auch zur Darstellung der Formen und zur Ausführung und Vollendung des Gusses. Diese Art von Werkzeugen und Geräthen werden zum Theil von den Arbeitern, zum Theil von der Verwaltung auf Rechnung der Arbeiter angeschafft.

b) Geräthe, welche Theile der Formen ausmachen also sämmtliche Formkasten, Kernspindeln, Kerneisen und Gehänge, Armaturstücke für Lehmguss und Deckplatten etc.

c) Formgebende Geräthe d. h. solche, welche das Abbild des darzustellenden Gegenstandes sind oder zu seiner Nachbildung direkt beitragen — also alle Modelle — Kernkasten

Digitized by Google

sowie die Schablonen für die Förmerei ohne Modelle.

Gewissermaassen gehören hierzu auch die zum Hartguss und zum Schwenkguss gebrauchten Coquillen.

Der in dem vorigen Hauptabschnitt aufgestellten Klassifikation mehr entsprechen würde eine andre Theilung des hier vorliegenden Stoffes — nach der Art der Arbeit.

Darnach müsste dieser Hauptabschnitt in folgende kleinere Abtheilungen zerfallen:

a) Geräthschaften und Werkzeuge zur Bearbeitung und Bedienung der Oefen und zum Giessen.

b) Dgl. zur Förmerei; welche sich wieder in folgende Einzelabschnitte vertheilen.

1) Eigentliche Werkzeuge und Geräthe.
2) Formkasten und Armaturtheile.
3) Modelle, Kernkasten und Schablonen.

c) Dgl. zur Vollendung der Gusswaaren.

Die erste wie die letzte der drei Abtheilungen umfassen die geringste Zahl von Gegenständen, während die zweite derselben am Reichhaltigsten erscheint.

Aus diesen Grund behalten wir auch die zuerst angeführte Eintheilung bei, die auch Guettier angewandt hat, und behandeln die Gebrauchszwecke als Benennung der Unterabtheilung.

Abtheilung a. *Die Werkzeuge und Geräthe, die beim Schmelzen, Formen und Giessen, sowie den Vollendungsarbeiten gebraucht werden.*

§. 3. In diese Abtheilung gehören zunächst alle Geräthe, welche auf das Schmelzen d. h. die Bedienung der Oefen Bezug haben; denselben schliessen sich direkt die zum Giessen selbst gebrauchten Gegenstände z. B. Pfannen, Kellen, Krücken, Setzschaufeln u. s. w. an, während die sämmtlichen bei der Anfertigung der Formen gebrauchten Dinge die nächste und beiläufig auch die stärkte Gruppe bilden.

Zum Schluss sei noch der zur Vollendung

Digitized by Google

der Gusswaaren erforderlichen Werkzeuge gedacht; also der Schleif- und Polir-, der Emaillir-Utensilien, sowie der zum Tempern und Adouciren, auch der zum Galvanisiren, Versilbern und Vergolden nothwendigen Geräthe.

Es bilden sich 4 besondere Gruppen, deren Beibehaltung die Orientirung wesentlich erleichtert.

1) Von den Ofengeräthschaften.
2) Von den Förmergeräthschaften.
3) Von den Giessgeräthschaften.
4) Von den Geräthen zur Verfeinerung.

In der letzten Gruppe kann nur eine kurze Uebersicht gegeben werden, weil hier dasselbe und fast in noch höherem Maasse gilt, was von den Vorrichtungen derselben Betriebszweige gesagt worden ist.

Die Geräthe sind überhaupt noch weit mehr mit den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Proceduren verwachsen und lassen sich viel schwerer noch in der Beschreibung von diesen trennen.

1) Von den Ofengeräthschaften.

§. 4. Bei dem Betrieb der Oefen in Giessereien kommen hauptsächlich zwei Arten von Geräthen zur Anwendung, sobald man alle drei Arten Oefen zusammen betrachtet.

Zunächst sind Gefässe vorhanden, in denen das Schmelzmaterial auf die Ofengicht oder den Ofenherd gelangt, und andere, welche dem Brennstoff gegenüber dieselbe Rolle spielen.

Diese Gefässe sind zum Theil als Wagen gebaut, d. h. auf Rädern transportabel; zum Theil müssen sie auch mit ihrem Inhalt getragen werden; immerhin sind sie in beiden Fällen als Aufgebergeräthschaften zu bezeichnen.

Die andre Gruppe hierher gehörender Werkzeuge dient hauptsächlich dazu, den Gang des Ofens zu reguliren, die Zugänge zu demselben in Ordnung zu halten, abzustechen oder den Herd zu stopfen; ihr Gebrauch ruht hauptsächlich in der Hand des Schmelzers d. h. des mit der obersten Wartung des Schmelz-

Digitized by Google

apparats Beauftragten, man kann deshalb im Gegensatz zur anderen Benennung von Schmelzergeräthen sprechen.

aa) Von den Aufgebergeräthschaften.

§. 5. Ausser dem rein mechanischen Zweck der vorübergehenden räumlichen Aufnahme verschiedener Materialien sollen die besser gehaltenen und sorgfältiger construirten Aufgebergeräthe auch noch eine gewisse Controle ausüben, so weit es in dieser immerhin rohen Manier möglich ist. Die Aufgebekästen sollen, wenigstens soweit es die Brennstoffe und Zuschläge anbetrifft, ein bestimmtes Volumen besitzen und aus der leicht zu notirenden Zahl der entleerten Gefässe lässt sich alsdann ein Schluss auf den summarischen Verbrauch ziehen.

Wir werden sehen, dass man sich in einem geordneten Betriebe nicht damit begnügt, sondern die Materialien in grossen Quantitäten der Giesserei zuweist, die sie nach und nach in kleinen Portionen verbraucht. Dennoch geben geaichte Aufgebekästen und Schwingen immerhin eine Gegencontrole und helfen auch als disciplinarisches Mittel die Bedienung der Oefen in Ordnung zu erhalten.*)

Die Brennstoffe, um die es sich hier hauptsächlich handelt, werden entweder in Kippwagen von zwei Tonnen Inhalt, aus den Cokesmagazinen resp. von der Cokesanstalt nach der Aufgebekammer gefahren — oder sie gelangen, vorher im Ganzen ausgemessen, auf gewöhnlichen Holzkarren nach dem Verbrauchsorte.

Bei den Steinkohlen zu den Flammöfen findet meist das Letztere statt, obwohl man auch hierbei

*) Es ist eine bekannte Erfahrung aller Betriebsführer, dass der absolute Nutzen guter Controlmaassregeln weniger in ihrer Richtigkeit, als darin beruht, jeden Fehler, absichtlichen oder unabsichtlichen, des Dienstpersonals sofort hervortreten zu lassen und dem Beamten das Mittel an die Hand zu geben — jederzeit eine richtige Erhebung der Betriebsresultate und eine Kritik der Arbeit selbst ausführen zu können.

Digitized by Google

gemessener Wagen sich bedient, die dann gewöhnlich $^1/_2$ Tonne fassen.

Die eigentlichen Aufgebegefässe sind Kästen oder Schwingen, die gewöhnlich $^1/_2$ Scheffel = $^1/_8$ preuss. Tonne in Volumen haben, wobei es natürlich auf die Stückgrösse des Brennstoffes, sowie auf die Art der Anfüllung sehr ankommt, ehe bestimmt werden kann, wie viel der Inhalt wiegt.

Die Abschätzung des Verbrauchs kann, wie schon gesagt, nicht allein auf Grund der Schmelzernotizen erfolgen, sondern diese müssen erst mit den Lieferungscheinen der Eisenbahn oder der Magazinverwaltung verglichen werden, durch deren Hände die Anlieferung geschehen ist.

Das Material der grossen Cokeskippkarren, wie der Aufgebekästen ist am Besten Eisenblech; Holz eignet sich höchstens zu den Karren für Steinkohlen und zu den kleinrädrigen Transportmitteln für das zerschlagene Roheisen.

Zu den Aufgebegeräthen gehört noch eine Waage mit den ausreichenden Gewichten, $1^1/_2$—10 Ctr., um die Eisengicht abzuwiegen — endlich mehrere Schaufeln zum Einfüllen der Materialien — einige schwere Fäustel, um die Gänze und Barren zu zerschlagen, wo kein besonderes Fallwerk zu diesem Behuf existirt — endlich bei mangelnden Gichtbühnen auch ein grosser rechtwinkelig gebogener Haken mit Holzstiel, um nach dem Aufwerfen der Eisengicht die Stücke nach der Mitte des Schachtes zu ziehen.

bb) Von den Schmelzergeräthen.

§. 6. Bei den Cupolöfen reduciren sich die Schmelzergeräthe auf ein oder mehrere spitze Eisen oder Spiesse zum Aufmachen des Stichs, zum Schlackenabstechen, und zum Formenreinigen. Ausserdem werden nur noch einige Stopfhölzer zum Verschliessen des Stichs nach vollendetem Abstechen gebraucht, welche 2 bis $2^1/_2$ Z. stark sein müssen und den Lehmpropfen tragen, der zu jenem Zweck jedesmal frisch aufgesetzt wird.

Digitized by Google

Beim Auskratzen der Cupolöfen bedienen sich der Schmelzer und seine Gehülfen einer breiten Krücke und einiger Brechstangen, um sowohl die Verschlussthür auszuheben, als auch die Cokes zu entfernen.

Bei den Flammöfen sind ausser den zum Schüren nöthigen Krücken und Spiessen noch einige starke Brechstangen von 40—60 Pfd. Schwere nöthig, um im Ofen selbst arbeiten und ungeschmolzene Stücke bewegen zu können.

Zum Abstechen bedient sich der Schmelzer eines leichten, etwas gekrümmten Spiesses, wozu sich zuweilen noch ein Haken gesellt, mit dem er den vor dem Stich in die äussere Wand des Ofens eingelegten eisernen Pfropfen herauszieht, welcher dem Verschluss einen grösseren Halt giebt.

Mit demselben Haken werden auch die zum Ausziehen vorgerichteten Roststäbe gefasst und entfernt, von denen weiter oben (S. 446) die Rede gewesen ist.

Zu den Ofengeräthen gehören noch einige Schöpfkübel und Wassergefässe, um brennende Materialien abzulöschen, sowie einige Maurergeräthe, um die Oefen auszubessern; alle diese Gegenstände unterscheiden sich aber nur sehr wenig von den allgemein üblichen und überall käuflich zu erwerbenden Gattungen derselben Dinge.

2) Von den Förmergeräthschaften.

§. 7. Diese Art Geräthe lässt sich ebenfalls in mehrere Gruppen theilen, welche die Uebersicht sehr erleichtern.

Man kann hierbei unterscheiden:

aa) Geräthe, welche in der Anschaffung dem Former selbst überlassen werden, also theils sein Eigenthum sind, theils ihm während seiner Beschäftigung fast vollkommen zu eigen gegeben werden.

bb) Geräthe, welche auf Kosten der zu einer Arbeitsgesellschaft vereinigten Arbeiter durch den Meister oder Vorsteher dersel-

Digitized by Google

ben beschafft werden und deren Kosten in das Förmergedinge eingeschlossen ist.

Man kann natürlich Vieles davon auch durch die Hüttenverwaltung anschaffen lassen, um die Qualität besser in der Hand zu haben, indessen spricht die Erfahrung der meisten Giessereiverwalter und Ingenieure dafür, die Kosten der Beschaffung dem Arbeiter zur Last zu schreiben, die Anschaffung aber zu überwachen, damit nur gut gearbeitete Geräthe dazu gelangen und die Förmerei selbst nicht unter der Anwendung untauglichen Handwerkszeuges Einbusse an Güte und Sorgfalt erleide.

Ebensowenig lassen sich auch die Grenzen zwischen den beiden oben erwähnten Gruppen enger und schärfer ziehen, da vielfach dasselbe Geräth auf der einen Hütte durch den Arbeiter selbst, auf der anderen durch den Meister beschafft wird.

Die eigenen Erfahrungen des Verfassers und die Mittheilungen, die ihm darüber von den verschiedensten Seiten zugegangen sind, haben ihn bei der Vertheilung der Geräthschaften in diese beiden Gruppen geleitet.

Andere Schriftsteller, z. B. Guettier haben, abgesehen davon, dass bei ihnen Giessgeräthschaften, Förmergeräthschaften und Schmelzerutensilien durcheinander stehen, diese Trennung der Förmergeräthschaften nicht einmal erwähnt, geschweige durch die Gruppirung des Materials angedeutet.

Doch ist es vom Verwaltungsstandpunkte aus sehr wichtig, eine solche Theilung schon im technischen Theil dieses Werkes einzuführen, weil die geschäftlichen Seiten des Giessereibetriebes sich um so besser anschliessen.

aa) Von den Geräthen, welche jedem Einzelarbeiter gegeben oder von demselben angeschafft werden.

§. 8. Solche Geräthe, welche zur Vollendung, zum Ausputzen der fertigen Formen, sowie zu kleineren Manipulationen beim Formen selbst erforderlich werden, sind es, denen wir hier begegnen.

Digitized by Google

Dazu gehören:

α) Die Streichbleche zum Glätten der Formoberflächen; in Gestalt den Kellen der Maurer ähnlich, von verschiedenster Form, aber meist von Metall, theils aus Schmiedeeisen, theils aus Messing. Das Blatt selbst ist bald eben, bald gekrümmt, bald von rechteckigem, bald von blattförmigem Umriss.

β) Die Streichbretter zum selben Zweck angewandt, namentlich bei grossen Formflächen, wie sie z. B. beim Herdguss vorkommen. Es sind gewöhnlich länglich rectanguläre Brettchen mit einem starken Holzgriff in der Mitte der einen Seite.

γ) Die Spatel mit einem oder zwei Blättern an rundem Stiel; die Blätter von verschiedener Grösse und Breite, flach und auch gekehlt; gewöhnlich bestehen diese Spatel aus sorgfältig polirtem Metall z. B. Schmiedeeisen — besser noch ist Stahl und hartes Messing.

δ) Die Glättwerkzeuge der Kunstförmerei in mannigfachster Gestalt, denen der Modelleure ähnlich und wie diese theils aus hartem Holz, theils aus Metall gefertigt. Sie dienen dazu, Gewandfalten, Haare und andere Züge an Bildsäulen und Büstenformen nachzuführen und auszuarbeiten. Zu breiteren Flächen z. B. bei glatten Thierkörpern, rundem Geschirr u. s. f. bedient man sich auch geglätteter eiserner Löffel.

ε) Die Borstenpinsel nimmt man zum Benetzen der Formkanten — zum Auftragen der Schwärzen und Schlichten — zum Anstreichen der Formkasten und Gehänge mit Lehmwasser.

ζ) Feinere Pinsel gebraucht man, um getrocknete Formen von Flugstaub und Russ zu reinigen.

η) Nadeln mit Oesen — von verschieden starkem Drath oder Drahteisen benutzt man, um die Modelle aus den Formen herauszuziehen.

Zu diesem Zweck ist das spitzere Ende derselben mit Gewinden versehen; einem scharfen Holzschraubengewinde, wenn es sich um Holzmodelle, einem feineren Gewinde, wenn es sich um metallne Modelle handelt.

Digitized by Google

ϑ) Hölzerne Hämmer von verschiedener Form, um die Modelle behufs leichteren Ausziehens zu lockern, indem man gegen die festgeschraubte Nadel schlägt. Besonders sind diese Geräthe, von sehr zierlicher Form, in Lauchhammer gebräuchlich.

ι) Staubbeutel von grober Leinwand, um den Kohlenstaub oder die trockne Schwärze auf die Formen zu stäuben.

κ) Gabeln von starkem Blech, um Kernstücke aufzuspiessen und in ihrer resp. Lage zu verändern, d. h. aus der Form zu nehmen und wieder an Ort und Stelle zu bringen.

Ausser diesen genannten Geräthschaften kommen wohl noch hie und da einzelne besondere Instrumente vor, die sich schwer an eine der genannten Arten anschliessen lassen. Sie sind aber bei einer solch allgemeinen Uebersicht weniger wichtig und finden besser bei der Betrachtung einzelner Arbeiten ihren Platz.

bb) Von den Geräthen, welche auf Kosten der Arbeiter einer Gesellschaft von den Förmermeistern angeschafft werden.

§. 9. Zu dieser Klasse von Geräthen gehören:

α) Stampfkeulen und Stäbe zum Feststampfen des Formmaterials, die in verschiedener Weise gestaltet sind. Man macht dergl. ganz von Eisen mit einem Knopf an dem einen Ende und bedient sich dieser hauptsächlich, um Masseformen herzustellen.

Zu grösseren Sandformen wendet man mit mehr Erfolg hölzerne Stampfer an, welche an einem Ende einen cylindrischen Knopf und am anderen Ende einen spatenförmigen Ansatz, beide von Eisen haben.

Zur kleineren Kastenförmerei eignen sich die Stampfer am Besten, die an einem Holzstiel einen viereckigen Kopf von Gusseisen, ähnlich wie ein Pochschuh gestaltet, tragen.

Alle diese Instrumente zeichnen sich durch eine gemeinschaftliche Construktionseigenschaft aus; mit einem Ende derselben wird gestampft, mit dem an-

Digitized by Google

deren wird aufgelockert, deshalb ist das eine Ende stumpf, breit oder plump, das andere dagegen scharf oder spitz.

β) Richtscheite von Eisen oder Holz, oft von bedeutender Grösse, um sowohl den Herd bei der Herdförmerei abzurichten, als auch beim Kastenguss den Sand von der Kastenrückseite abzustreichen.

γ) Siebe; ein sehr wichtiger Artikel, dessen Beschaffung unter der genauesten Controle der Giessereibetriebsbeamten zu geschehen hat, da die Maschengrösse ausserordentlich von der Textur des angewandten Formmaterials abhängt.

Diese Siebe sind gewöhnlich von Eisendraht geflochten und nur für feinen Sand gebraucht man Metalltuch- und Haarsiebe. Die gröbste Sorte wird für die Masseförmerei genommen: dieses Sieb heisst wohl auch nach seiner Maschengrösse das Erbsensieb. Demnächst existirt noch eine weniger grobe Sorte für den Herdsand und eine noch feinere mit hirsekorngrossen Löchern für den Kastensand.

δ) Blaserohre oder Blasebälge, um den Streusand abzublasen und auch an schwer zugänglichen Theilen der Formen eine Entfernung fremder Körper leichter bewirken zu können.

ε) Zirkel verschiedener Art, um Schablonen einzustellen und Kerne sowie Kernstücke von grosser räumlicher Ausdehnung möglichst genau einsetzen zu können.

ζ) Schaufeln und Besen zum Bewegen des Sandes und zur Aufrechthaltung der Ordnung auf den Arbeitsplätzen.

η) Schraubzwingen zum Einspannen mehrerer Kasten neben einander, wenn dieselben mit einer Pfanne Eisen ausgegossen werden sollen. Namentlich wird eine solche Anordnung bei der Feinförmerei gebraucht, wo vorherrschend kleine und zierliche Gegenstände dargestellt werden.

3. Von den Giessgeräthschaften.

Als Giessgeräthe kann man hauptsächlich die Ge-

Digitized by Google

fässe zur Aufnahme des geschmolzenen Metalls und demnächst die zum Abkehren und sonst beim Giessen gebrauchten Werkzeuge bezeichnen.

aa) Von den Gefässen zur Aufnahme des geschmolzenen Metalls.

§. 10. Die Giessgefässe, Giess- oder Gusspfannen sind wesentlich dreierlei Art.

Man unterscheidet:

α) Handpfannen, welche ein Mann bequem heben und tragen kann.

β) Gabelpfannen, welche mehrere Leute zu ihrem Transport erfordern.

γ) Krahnpfannen, die nur mit Hilfe eines Krahns gehoben und entleert werden können.

Das Material ist in allen Fällen Eisen; Handpfannen macht man meistens von Gusseisen, während Gabel- und Krahnpfannen sowohl von Gusseisen als von Schmiedeeisen gemacht werden können. Das Schmiedeeisen hat den grossen Vorzug, leichter zu sein als das Gusseisen und, bei hinlänglicher Sorgfalt, ebenso haltbar sich zu erweisen.

α) Die Handpfannen zeigen wesentlich zweierlei Formen, eine der Halbkugel sich nähernde flachere und eine dem halben Ei oder einem Cylinder mit Kugelstück ähnliche tiefere Gestalt, von denen die Fig. 8 u. 9, Taf. XX., ein deutliches Bild geben.

β) Die Gabelpfannen sind kegelförmig, den gewöhnlichen Blecheimern ähnlich, und werden in einem Ring getragen, der den mittleren Theil einer zum Tragen nothwendigen Stange mit gabelförmigen oder einfachen Enden bildet.

Die gusseisernen Gabelpfannen sind unpraktisch und wiegen zu schwer, so dass die zum Tragen einer gefüllten Pfanne nothwendige Mannschaft einen namhaften Theil ihrer Kraft zum Tragen der Pfanne selbst verbraucht.

Für gewisse Zwecke z. B. den Röhrenguss, wo eine thunlichste Beschleunigung der Arbeit wünschenswerth ist, giesst man aus Blechpfannen und in diesem Fall tragen 4 Männer 240 Pfd. Eisen in einer solchen

Digitized by Google

Pfanne, während dieselbe Mannschaft nur 150—170 Pfd. Eisen in einer gusseisernen Pfanne schleppen kann.

Eine Skizze einer solchen Gabelpfanne von Blech, wie sie der Verfasser auf der Gleiwitzerhütte hatte anfertigen lassen, befindet sich auf Taf. II. Fig. 3; man kann ein solches Geräth von jedem Schlosser machen lassen, der mit starkem Schwarzblech zu arbeiten versteht. Die Anwendung von Winkeleisen, sowie ein regelrechtes Nieten können dabei ganz und gar umgangen werden.

§. 11. γ) Die Krahnpfannen, früher meist halbkugelförmig gemacht, werden in neuerer Zeit gewöhnlich cylindrisch oder schwachkonisch mit ganz flachem Boden gefertigt und mit Bewegungsmechanismen versehen, die wir kurz nur andeuten wollen.

Bereits Guettier hat in der ersten Auflage seines Werkes, von 1843, die Zeichnung, sowie bestimmte Grössenverhältnisse einer solchen Pfanne angegeben. (Vergl. 2. Abzug der 2. Aufl. S. 253 und Fig 25, Taf. 8.) Diese Zeichnung sowohl als diese Aenderungen dazu wurden von C. Hartmann in der Berg- und hüttenmännischen Zeitung und in den deutschen Bearbeitungen mehrerer ausländischer Werke z. B. Valerius Roheisenfabrikation S. 647 u. Taf. XXVI, Fig. 25, benutzt.

Der Mechanismus besteht einfach in einem starken Aufhängegerüst, das mittelst zweier starken Bügel die Zapfen der Giesspfanne trägt; auf einem dieser Bügel ist eine einfache Schnecke doppelt eingelagert, welche ihrerseits auf ein Getriebe wirkt, das auf dem Zapfen des Giesskessels aufgesteckt ist.

Dreht man die Schnecke, was mittelst eines schlüsselförmig endenden Stabes mit Kurbel oder mit Kreuzarmen geschieht, so wird die Gusspfanne gleichfalls hin und her geneigt und kann also beim Guss selbst vollständig geführt werden.

Die Giesserei von Indret besitzt nach Guettier zwei solcher Pfannen zu 220 Ctr. und zu 120 Ctr.,

Digitized by Google

deren Grössenverhältnisse im Folgenden sich wiederholt finden.

	I. bei der grösseren	II. bei der kleineren Pfanne.
Innerer Durchm. ohne Lehmfutter	1,380 M.	— 1,125 M.
Tiefer do. do. do.	1,500 „	— 1,100 „
Theilkreis des Getriebes	0,600 „	— 0,470 „
Schnecken-Durchmesser	0,150 „	— 0,080 „
„ -Theilung	0,040 „	— 0,040 „
Zapfendurchmesser	0,110 „	— 0,090 „

Guettier bemerkt noch S. 255, dass die kleinere von beiden Pfannen besser manövrire, weil die Schnecke einen geringeren Durchmesser und eine schärfere Steigung des Schraubenganges besitzt.

§. 12. Der Verfasser hat, diese Dimensionen zum Ausgang nehmend, einen derartigen Gieskessel für Gleiwitzerhütte construirt, der sich bei grossen und schweren Güssen sehr gut bewährte. Die Verhältnisse waren auf 100 Ctr. berechnet, näherten sich also zumeist denen unter II. aufgeführten.

R. Mallet giebt (prakt. Mech. Journal, III. Serie, Vol. 9, S. 35 u. ff.) die Zeichnung und Beschreibung einer solchen mit Schraubenrad bewegten Krahnpfanne, die wir auf Taf. XX. Fig. 6 u. 7 wiederholt haben, und spricht dabei die Ueberzeugung aus, dass James Nasmyth solche Pfannen bereits 1835—40 in seiner Giesserei in Patricroft verwendet habe und ihm sicher die Priorität dieser Verbesserung gebühre.

Leider giebt Mallet keine Dimensionen an, so dass sich die Verhältnisse nicht genau übertragen lassen; es ist nur zu ersehen, dass die gezeichneten Einrichtungen sich für Krahnpfannen von 1—12 Tonnen Inhalt anwenden lassen.

Ausser diesen Pfannen hat man noch andere Einrichtungen erdacht, um ein sicheres und bequemes Giessen zu bewirken.

So hat man eine Zwischenwand in die Pfanne gelegt, welche bis nahe zum Boden reicht, wie es Fig. 10, Taf. XX., andeutet und welche die Schlacke abhalten soll.

Digitized by Google

Dann hat man die nach unten sich öffnenden Giesspfannen der Bessemerapparate angewandt und diese Geräthe, obwohl in ihrer ersten Anlage etwas kostspielig, sind in Bezug auf Bequemlichkeit das Beste, was man wählen kann.

Die Beschreibung ihrer Einrichtung findet sich in allen neueren Werken über Stahl und Eisen — dieselbe müsste aber für eine Pfanne zum Eisenguss noch einige leichte Abänderungen erfahren, welche noch nicht bestimmt präcisirt worden sind.

bb) Von den übrigen Giessgeräthschaften.

§. 13. An sonstigen Giessgeräthen sind nur noch zu erwähnen:

α) Die Abkehrvorrichtungen, in alten Giessereien oft noch einfache Holzscheite, in allen besser eingerichteten Werkstätten dagegen eiserne oder hölzerne (oberflächlich verkohlte) viereckige Platten, welche an einem langen eisernen Stiel stecken und von der dem Guss gegenüberliegenden Seite der Form aus angewandt werden.

Man gebraucht sie auch, um einem bereits fertigen Herdguss eine reine Oberfläche zu geben, dann bedient man sich aber genau abgerichteter Platten und wählt dazu lieber starkes Blech, das sorgfältig mit Lehmschwärze überschlichtet ist.

β) Die Vorsetz- und Abstichschaufeln, namentlich bei Flammofenabstichen gebraucht, zerfallen in solche mit vertikalem Stiel zum Zulassen und Abschützen des Eisens in den einzelnen Einguss-Zweigen, und solche mit horizontal umgebogenem Stiel zum Vorsetzen am Eisensumpf; diese dienen auch dazu, den Strom selbst reguliren zu können.

Die beiden Sorten unterscheiden sich in Nichts von den analogen Geräthen des Hochofenbetriebes und sind gewöhnlich aus starkem Schmiedeeisen angefertigt.

4) Von den Geräthschaften zur Vollendung der Gusswaaren.

§. 14. Wie schon angedeutet, gehören unter diese Rubrik ausser den Geräthen der Putzkammern,

Digitized by Google

Schleifereien, Bohr- oder Drehwerke, Emaillirhütten und anderer gewöhnlich mit den Eisengiessereien verbundenen Werkstätten noch die sämmtlichen Geräthschaften der Schlosserei-, Schmiede-, Ciselir- und Monteurwerkstätten.

Am Besten finden die Geräthe der zuerst aufgeführten Werkstätten bei der Arbeitsbeschreibung ihre ausführlichere Erwähnung, wogegen die Gegenstände der anderen Gruppe sich unserer Betrachtung umsomehr entziehen, als es Geräthe selbstständiger Industriezweige sind, welche zur Bearbeitung von in unserem Sinn bereits fertigen Gusswaaren dienen.

Abtheilung b. *Von den Geräthen, welche Theile der Formen ausmachen.*

§. 15. Hierher gehören alle nicht zerstörbaren, also aus Eisen oder Holz gefertigten Theile der Form, die wir, wenn wir nicht auf die Arbeit selbst eingehen, nur ganz summarisch aufführen können.

Es sind dieses

1) die Formkasten,
2) die Gehänge und Spreitzen,
3) die Spindeln und Kerneisen,
4) die Formbretter und Unterlagen,
5) die Belagplatten und Anker,
6) die Armaturen der Lehmförmerei,
7) die Coquilllen.

Ihre Construktion ist einestheils so sehr von der Form jedes Gegenstandes abhängig, dann auch mit der Methode der Förmerei so eng verwachsen, dass es am Besten ist, auf die im zweiten Bande gegebenen Beispiele hinzuweisen, anstatt den Versuch zu machen, eine an dieser Stelle unvollständig ausfallende Beschreibung zu unternehmen.

1) Von den Formkasten.

§. 16. Die Gestalt derselben muss ausserordentlich verschieden sein, je nach der Form der Gegenstände, resp. der Beschaffenheit der Modelle. Fast alle

Digitized by Google

Formkasten sind getheilt, wie auch die Modelle es sind und man hat 2-, 3-, 4- und 5fache Theilungen. Natürlich müssen die Kasten mit Vorrichtungen versehen sein, um zusammen geschlossen werden zu können und ein unzertrennliches Ganze zu bilden, sobald ein bestimmter Zweck dieses erfordert.

Das Material der Kasten ist gewöhnlich Gusseisen, seltener Holz (franz. Topfförmerei), oft auch Schmiedeeisen und Kupfer (franz. Feingiesserei).

Praktisch brauchbar sind nur Guss- und Schmiedeeisen und auch letzteres nur für geübte Arbeiter und gewisse Stücke von Werth — sonst giebt die Anwendung desselben leicht Ausschuss wegen des oft eintretenden Ausbauchens „Verstampfens" der Kasten.

Für vielfaches Wenden der Kasten, z. B. bei den Manipulationen der Maschinenförmerei sind schmiedeeiserne Kasten dagegen wichtig, weil sie den Arbeiter weniger ermüden.

Aus demselben Grunde werden sie besonders für den Topfguss angewandt, weil hierbei ebenfalls ein häufiges Wenden der Kasten eintritt und der Arbeiter leicht ermüdet.

Bei Gusseisen sind stets sorgfältig die schwächsten Dimensionen zu wählen und die Querschnittsmaasse so zu ordnen, dass die grösstmöglichste Stabilität mit dem geringsten Gewichte verbunden ist, ohne der nothwendigen Starrheit Eintrag zu thun.

Man bedient sich auch einzelner Theile, um grössere Kasten dem Zwecke entsprechend zusammensetzen zu können. Dahin gehören:

die Langstücke und Köpfe für Rohrformkasten,
die französischen Formkasten für rektanguläre Stücke (chassis en mille pièces).

Diese Kasten haben natürlich keine angegossenen Gehänge, sondern diese müssen erst eingelegt werden.

Alle Kasten haben ausserdem Sandleisten, d. h. Vorsprünge an ihren unteren Kanten, um den eingestampften Sand besser zusammenzuhalten.

Digitized by Google

2) Von den Gehängen und Spreitzen.

§. 17. Diese Geräthe werden vorzüglich angewendet, um dem Sand innerhalb des Kastens mehr Halt zu geben. Es sind dieses z. Th. ziemlich rohe und einfache Anordnungen; entweder werden rohe eiserne Stäbe auf die Sandleisten der Kasten gelegt oder eben so rohe Winkel benutzt, welche in dem Sand so eingestampft werden, dass sich der eine Schenkel auf die feine über die Trennungsfläche gesiebte Sandlage hinlegt, der andere mit Zweigen versehene im Körper des Kastens festgehalten wird. Man findet davon ein gutes Beispiel bei einem Winkelrad, überhaupt da, wo ein grösserer Sandkörper über die Oberfläche des Kastens vorragt und sich leicht ablösen würde.

Grössere Gehänge pflegt man über ganze Kasten wegzulegen, indess ist dieses Verfahren nur bei nicht treibendem Eisen zu empfehlen und wird auch vorherrschend nur auf Holzkohlengiessereien angewandt.

Bei allem treibenden Eisen sind feste Spreitzen oder gefächerte Kasten unentbehrlich.

3) Von den Spindeln und Kerneisen.

§. 18. Was für den Formsand der Formkasten und die Gehänge, ist für den Kern, d. h. einen besonders gefertigten Theil der Form, die Spindel oder das Kerneisen.

Der Ausdruck Spindel bezieht sich auf solche Kerne, welche durch Drehung bestimmter Profile gebildet scheinen und auch auf einer Drehbank aus plastischer Masse gedreht werden.

Die Spindel ist nichts weiter als die starre Achse eines solchen Kerns.

Zur Fixirung der Begriffe diene der jedem Praktiker leicht gegenwärtige einfache Fall eines graden Rohres. Hier ist die Kernspindel ein eiserner Stab mit Luftnuth oder ein Rohr mit Oeffnungen in der Wand. Darauf wird als elastischer Träger des Lehms ein Seil von Stroh, Heu oder Hanf gewunden

Digitized by Google

und darüber eine Lehmschicht mit Schablonen bei steter Drehung der Spindel hergestellt.

Da es von Vortheil ist, in der Stärke der Lehmschicht und ihrer elastischen Unterlage möglichst constant zu bleiben, so wendet man für verschiedene Durchmesser solcher Lehmkerne verschieden starke Spindeln an; z. B. benutzt man bei Rohren von 1 Z. bis 3 Z. lichter Weite schmiedeeiserne Rohre, bei Rohren bis zu 6 Z. dünne gusseiserne Spindeln ohne schmiedeeiserne Achsen; von da ab bis zu 24 Z. Durchmesser etc. starke gusseiserne Spindeln mit besonders eingesetzten Achsen.

Für sehr starke und kurze Gussstücke mit Kernen wendet man Trommelspindeln von Holz mit Latten beschlagen an, weil Eisen zu grosse Gewichte geben würde. Diese müssen aber mit starken Strohseilen und stärkerer Lehmschicht umwickelt sein, um sie vor dem Verbrennen zu schützen.

Für jeden unregelmässigen Kern bedient man sich der Kerneisen, d. h. ankerförmiger Stäbe, welche mit den Gehängen Aehnlichkeit haben und für jeden einzelnen Fall vom Former selbst hergestellt werden.

Es giebt hiernach Kerneisen für Poterie,
„ Oefen,
„ Knierohre,
„ Statuen,

die ganz genau dem Mantel, in welchem die Eisenstärke liegt, nachgebildet sein müssen.

4) Von den Formbrettern und Unterlagen.

§. 19. Ueber diese Geräthe ist nur wenig zu sagen, weil sie sehr einfach sind.

Es sind Bretter mit Rändern, um beim Wenden der Kasten den Inhalt derselben leichter festzuhalten; deshalb werden sie vorzugsweise bei kleineren Gegenständen angewandt und bei solchen, welche eine andere Gusslage bekommen müssen, als es die Beschaffenheit der Sohle ohne Weiteres gestattet.

Beim geneigten Guss der Gasrohre in Sandformen

Digitized by Google

braucht man z. B. pultartige lange und schmale Unterlagen, die immer einen Kasten nur aufnehmen.

5) Von den Belagplatten etc.

§. 20. Diese nur aus Eisenguss hergestellten Geräthe sind zum Decken der fertigen Form, zum Eindämmen derselben und zu ihrem stärkeren Halt erforderlich und es bedarf ihrer jede Giesserei.

Sie zerfallen nach verschiedenen Gesichtspunkten der Anwendung in 3 Gruppen:

die schweren eisernen Belagplatten und Anker,
die Dämmringe für weite Dammgruben oder nachgiebige Lehmformen, wie sie schon bei den Dammgruben angedeutet werden,
die Beschwerungsgewichte in Form von Schaalen oder Steinen und Kugeln.*)

6) Von den Armaturstücken für Lehmformen.

§. 21. Man unterscheidet hierbei
Grundplatten für Kerne und Mäntel.
Mantelstäbe und Kernstreben.
Deckplatten und Anker.

Indessen ist vielmehr jede Klassifikation unmöglich, weil die Kennzeichen der einen oder anderen Gruppe zu sehr ineinander laufen.

Eigentlich gehören noch dahin die Schraubenverbindungen und Drahtverbindungen der Mäntel. Diese sind sehr wichtig, weil die Unregelmässigkeit der meisten Lehmformen den starken Druck des Gusses für einzelne Theile der Form gefährlicher macht, als für andere und dadurch leicht ein Durchbrechen des Metalls eintritt, dem man in jeder Weise vorzubeugen sucht.

7) Von den Coquillen.

§. 22. Unter diesem Ausdruck, der bereits im letzten Paragraphen des Abschnitts über Formmate-

*) Diese Dinge, wie auch die sub 6 und 7 begriffenen, werden oft während der Förmereiarbeit hergestellt und am Besten dort beschrieben.

Digitized by Google

rialien, wie auch schon früher erörtert wurde, versteht man Formtheile von Gusseisen zur Darstellung hartgegossener Gegenstände. Dieselben sind entweder

massiv oder hohl, mit Wasser- oder Luftkühlung versehen.

Zu den hauptsächlichsten Formen gehören

die Hartwalzenkapseln,

die Pflugschaarunterlagen,

die Coquillen für Hartgussräder nach der Methode von Ganz in Ofen und Gruson in Magdeburg,

die Schaalen für Ambosse und Pochschuhe, endlich die Formen für Herzstücke.

Da ein besonderes Kapitel über Hartguss folgt, so verweisen wir in Betreff der Formconstruktion darauf.

Abtheilung c. *Von den formgebenden Geräthen.*

§. 23. Ausser den eigentlichen Modellen gehören hierher noch die Schablonen und Kerndrücker oder -kasten; deren Construktion verweist sie indess noch mehr in das Bereich der Arbeit selbst und wir können deshalb hier nur wenige Worte über die Modellconstruktion und das Material der Modelle im Allgemeinen sagen.

Obwohl Maschinenwerkstätten und Besitzer bestimmter Fabrikationsspecialitäten ihre eigenen Modelle haben, so muss dennoch jede Giesserei eine Menge Modelle vorräthig halten, sobald es sich um Gegenstände des Currentgusses handelt.

Maschinentheile werden grösstentheils nach eingelieferten Modellen gefertigt oder es werden unter Anrechnung der Kosten Modelle nach den gesandten Zeichnungen hergestellt und bleiben in vielen Fällen Eigenthum der Besteller.

Man unterscheidet hiernach

Modelle für häufigen Guss,

Modelle für einige Abgüsse oder auch nur einen.

Die Modelle für Currentguss werden aus

Digitized by Google

dauerhaftem Material, meist Metall und in einzelnen Fällen aus hartem Holz gemacht.

Die Modelle für einmaligen oder ungewöhnlichen Guss sind stets von Holz angefertigt; nur einzelne Theile, die besonders angegriffen werden, kann man mit Vortheil aus Eisen machen.

aa) Von den Modellen für Currentguss.

§. 24. Die Metallmodelle werden gegossen; in der Regel macht man sie aus Eisen; nur für feinere Gegenstände wendet man Messing oder Bronce an.

Bei billiger Arbeit und wenn man rasch ciseliren will, gebraucht man Zink oder eine Mischung von Blei und Zink — endlich auch sogenanntes Hartblei, welches weniger biegsam ist.

Ausserdem werden dünnwandige Modelle auch noch getrieben; meistens geschieht dieses aus Eisenblech, selten aus Metallblech.

Gegossene Metallmodelle werden in feiner Masse nach Holz-, Gyps- oder Wachsmodellen vorsichtig abgeformt und möglichst sauber in einem der obigen Metalle abgegossen, wobei in besonderen Fällen, z. B. bei Gittertheilen gleich auf event. Theilung Rücksicht genommen werden muss, während bei anderen Modellen, z. B. Poterie, eine solche erst nach der vorgängigen Bearbeitung geschehen kann.

Die ersten Modelle werden entweder vom Bildschnitzer oder vom Modelleur — in Holz — Thon, Wachs und Gyps ausgeführt und dann an die Modellgiesserei abgeliefert.

Nach dem Guss erfolgt das Ciseliren des Modells, ehe es nach der Giesserei kommt.

Die besten Metalle für Modelle sind Metall oder Rothguss und Eisen, beide dicht und starr, dabei ciselir- und bearbeitbar.

Das Eisen muss dicht, feinkörnig und grau sein; solche Beschaffenheit haben z. B. die sämmtlichen Modelle der Lauchhammer'schen Oefen und Kamine, welche nach Wachs- und Blechmodellen gegossen und dann noch scharf nachciselirt werden.

Digitized by Google

Das Metall ist für kleinere Sachen, wo Eisen leicht hart wird, vorzuziehen und verursacht alsdann wenig erhebliche Kosten.

Für ordinäre Modelle kann man auch Messing oder Zink, sowie Zink und Blei nehmen, da aber diese Modelle zu weich sind, sich schneller abnutzen und häufig nachciselirt werden müssen, ist es besser, alsdann Eisen zu nehmen.

Für schwierige Güsse von grosser Ausdehnung und schlechter Metallvertheilung — wird man, sobald sie häufig vorkommen, metallene Modelle machen; eiserne gehen hier deshalb nicht, weil die etwa eintretende ungleichmässige Schwindung sich schon im Modellguss zeigen und demzufolge in den späteren Abgüssen weit stärker hervortreten würde.

So sind z. B. die Modelle zu den 3theiligen im Ganzen 60 Fuss langen Bogenträgern der Berliner Börsensäle aus Metall gegossen gewesen.

§. 25. Getriebene Metallmodelle wendet man, wie schon angedeutet, für hohle Gegenstände an, deren inneres Volumen durch eine schwache und überall gleich dicke Eisenstärke eingeschlossen ist.

Man treibt sie entweder aus freier Hand nach Art der Kupferschmiede oder man stanzt sie mit Pressen.

Der erstere Fall tritt ein, wo man es mit ungewöhnlichen und unregelmässigen Formen zu thun hat. Wasserausgüsse, gewisse Ofenkörper (Saarlouisöfen) werden in dieser Weise im Modell hergestellt und — selten mit Hilfe einer Bleiform des Innern — getrieben.

Der andere Fall tritt ein, wo man regelmässige Formen und überhaupt solche von geringerer Grösse abformen will.

Poterie und Oefen werden im Allgemeinen so behandelt, dass man — gleichzeitig die Theilung berücksichtigend — 2 Modellhälften in halbkreisförmigen Stanzen von Gusseisen, die nach genau gedrehten Holzmodellen gefertigt sind, auspresst, die Ränder der Hälften aufeinander passt und nun das ganze Modell einer noch-

Digitized by Google

maligen oberflächlichen Bearbeitung unterwirft, die nicht im Drehen, sondern im vorsichtigen Befeilen und Putzen besteht. Dahin gehört das Verfahren zu Lauchhammer und anderen namhaften Poteriewerken.

§. 26. Oft wendet man bei der Herstellung von Metallmodellen zweierlei Material an; bei grossen runden Ofenkörpern z. B. belegt man mit feinciselirten Metallverzierungen die getriebenen Körpermodelle und nietet sie zum Theil auf, zum Theil richtet man dieselben auch zum Abnehmen ein, um das Ausheben aus der Form zu erleichtern.

Grosse eiserne Gittermodelle erhalten vorübergehend andere verzierte Füllungen und diese werden dann aus hartem Wachse, dessen Mischung nicht bekannt ist, aber hauptsächlich aus gewöhnlichem Wachs und Pech nebst einem schwarzen färbenden Zusatz zu bestehen scheint, modellirt und eingesetzt.

In der gehörigen Benutzung solcher Auskunftsmittel liegt ein Hauptpunkt der ökonomischen Seite einer Giessereibetriebsverwaltung — da die Modelle in der Regel sehr bedeutende Auslagen verursachen.

Bei Gussmodellen für Poterie hat man häufig Normalmodelle in Reserve und giesst danach Formmodelle, welche zerschnitten und in Arbeit gegeben werden.

Dieses Verfahren ist verwerflich, weil sich dadurch eine Menge schlechter Modelle aufsammeln, die ein zu kleines Maass haben und doch das Gewicht eines grösseren Gefässes besitzen.

bb) Von den Modellen für weniger häufigen Guss.

§. 27. Die hierher gehörigen Holzmodelle, deren Anfertigung indess ein besonderes Capitel des nächsten Bandes bilden soll, wobei besonders die Erfahrungen von Wiebe, Mallet und dem Verfasser zu Grunde liegen werden, fertigt man aus trockenem polirturfähigen Holz und nimmt namentlich Rücksicht darauf, dass dieselben nicht zu sehr quellen, wenn sie öfters in Gebrauch kommen.

Digitized by Google

Der Modelltischler muss bei der Anfertigung der Modelle zweierlei bedenken:

einmal Construktion eines nach allen Seiten gleichschwindenden Gerippes;

dann Herstellung einer glatten guten Oberfläche.

Man nimmt deshalb für das Innere der Modelle, d. h. zum Verleimen anderes Holz als nach aussen hin und legt es sorgfältig nach der Faser, dass kein ungleiches Schwinden eintritt, vielmehr dann eine Compensation durch verschiedene Schwindungen stattfindet.

Zwei andere wichtige Punkte sind noch die nach der Angabe des Förmers erfolgende Theilung der Modelle und die Wahl des Schwindmaasses ($1^1/_2$—2 Proc. oder $^1/_8$ Z. pro Fuss). Man bedient sich bekanntlich besonderer Schwindmaassstäbe, um keinen Fehler beim Aufreissen und Zeichnen der Modelle zu begehen.

Die Schablonen- und Kernkasten müssen nach ähnlichen Grundsätzen gemacht werden, nur ist da der Bau weit einfacher, weil es nur immer Theile oder Umrisse der Gestalt des Gusskörpers sind.

Die äusserst wichtige Modellbuchführung und die Menge von Verzeichnissen, um unnütze Recherchen und Neuanfertigungen zu vermeiden, steht mit der Vervollkommnung der Preiscourante im engsten Zusammenhange.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Druck von A. Th. Engelhardt in Leipzig.

Digitized by Google

Fig. 5.

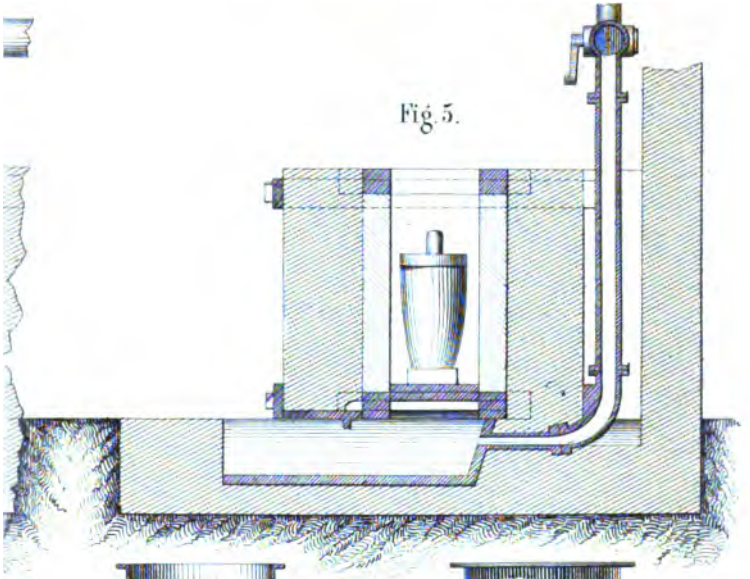


Fig. 6.

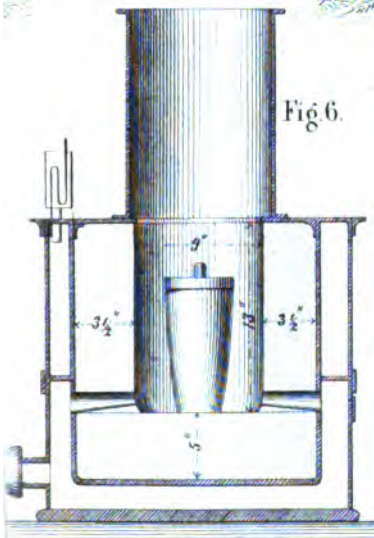
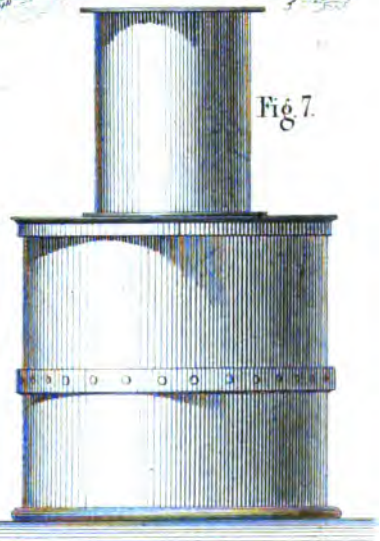


Fig. 7.



E. F. Dürre gez.

Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

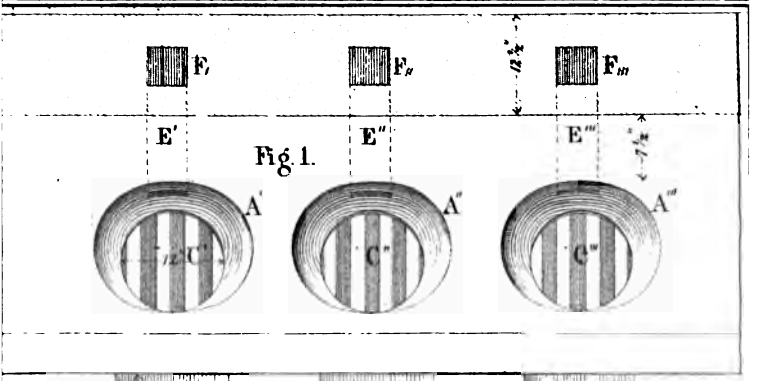
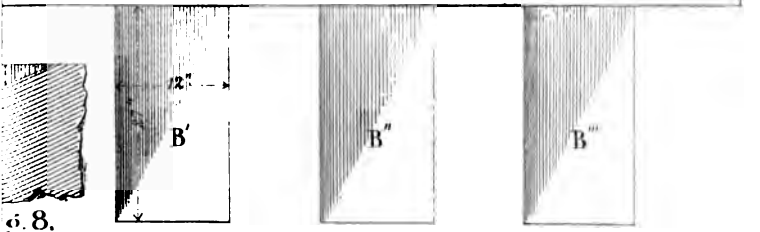


Fig. 1.



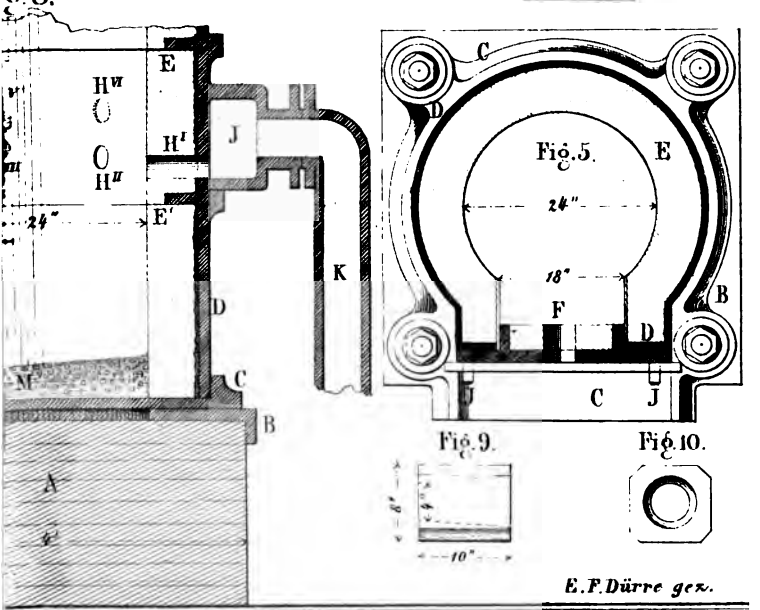


Fig. 8.

Fig. 5.

Fig. 9.

Fig. 10.

E. F. Dürre gez.

Lith Anst v Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 16.

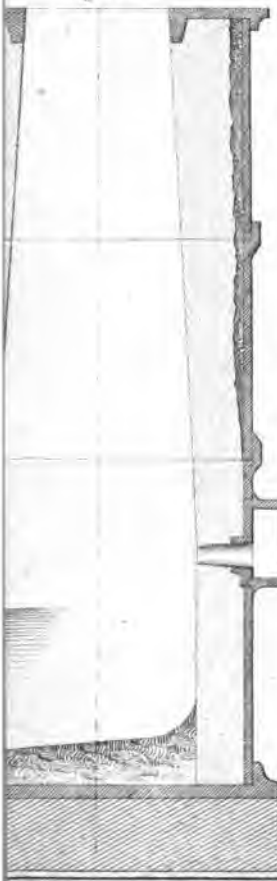
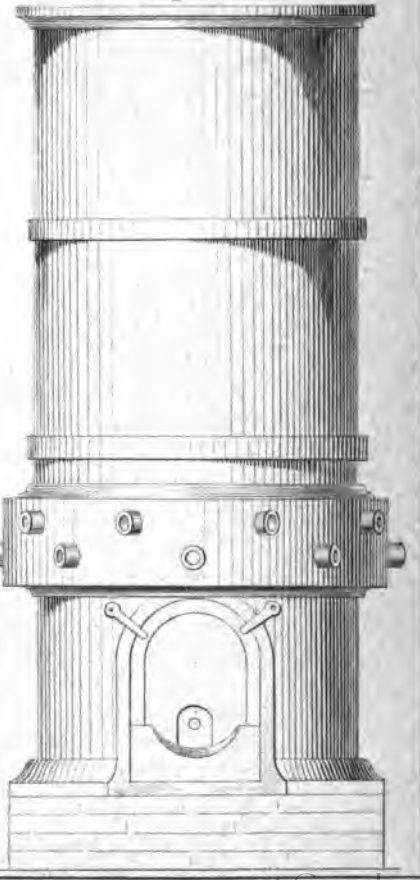


Fig. 17.

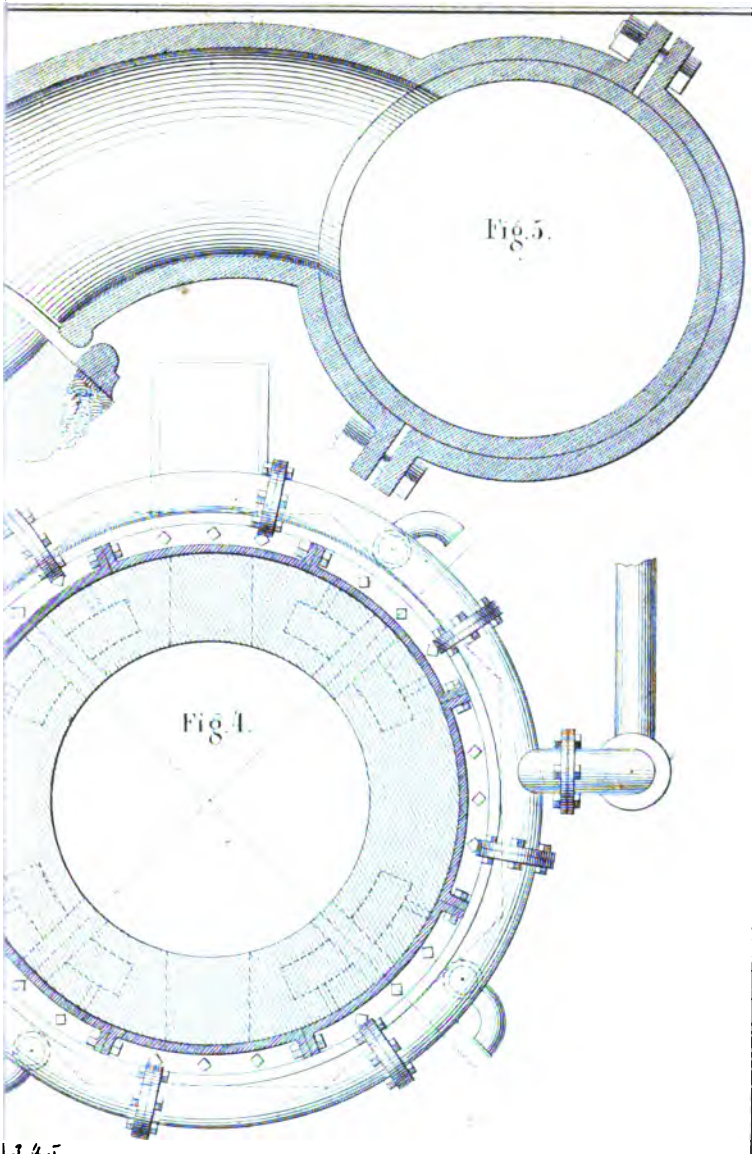


Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meißen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google



3. 4. 5.

1 2 3 4 5 Ellen Sächs.

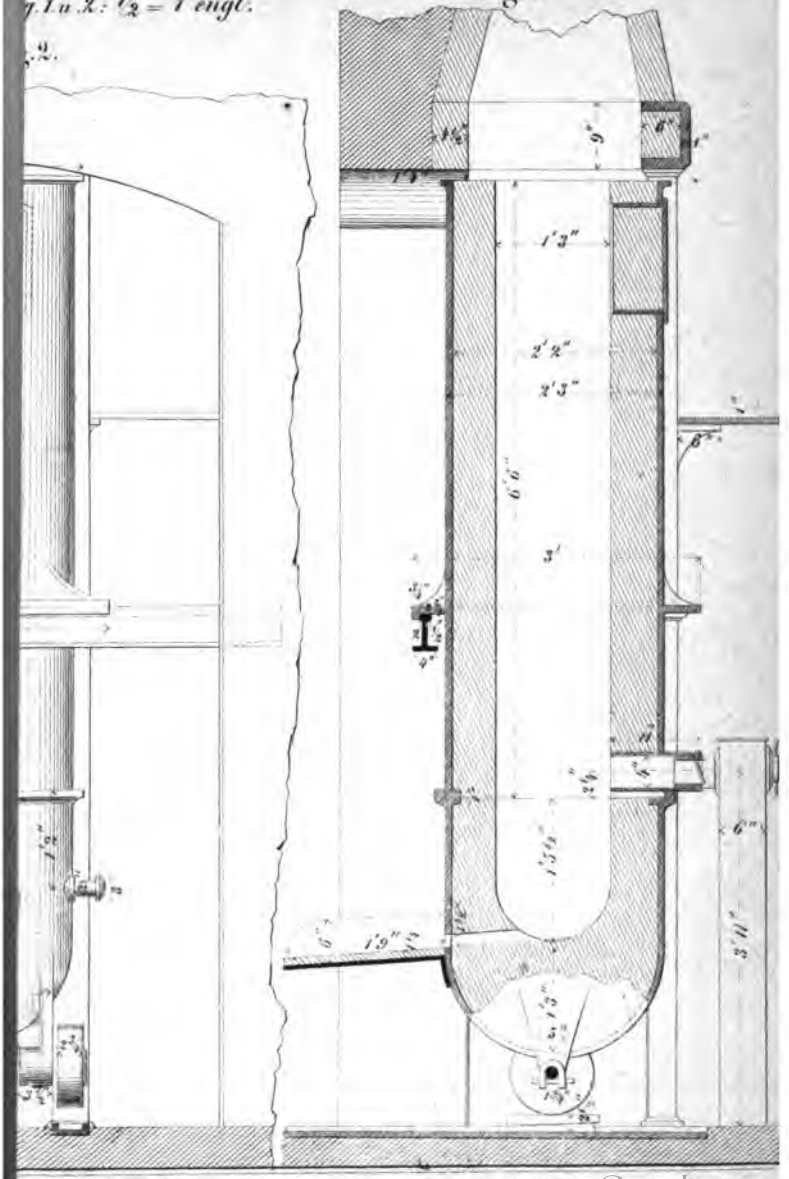
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
CALIFORNIA.

Digitized by Google

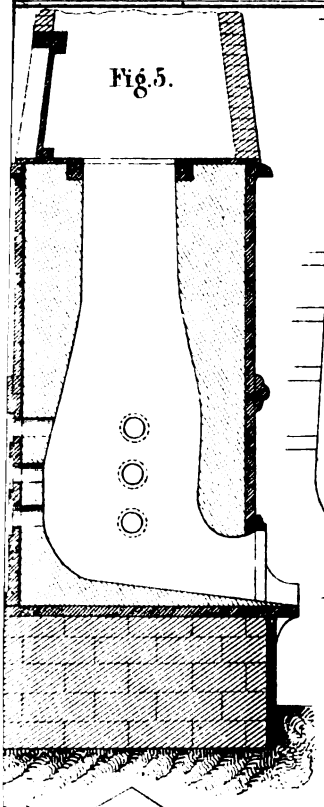
Fig. 1.

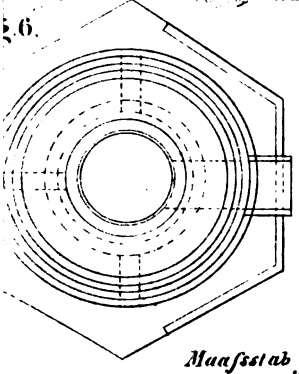


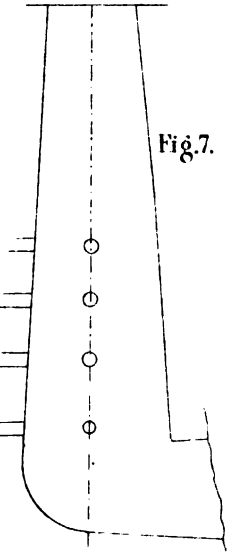
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meissen

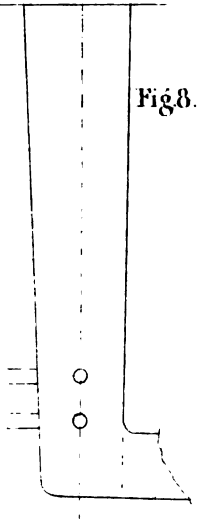
REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
CALIFORNIA.

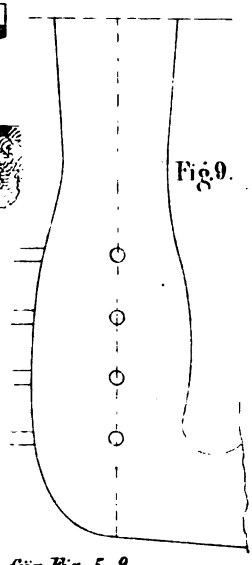
Digitized by Google

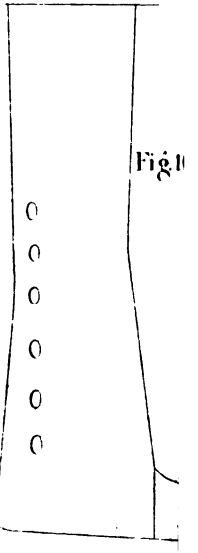




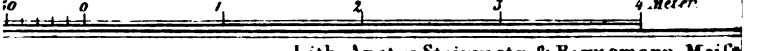








Maafsstab für Fig. 5–9.

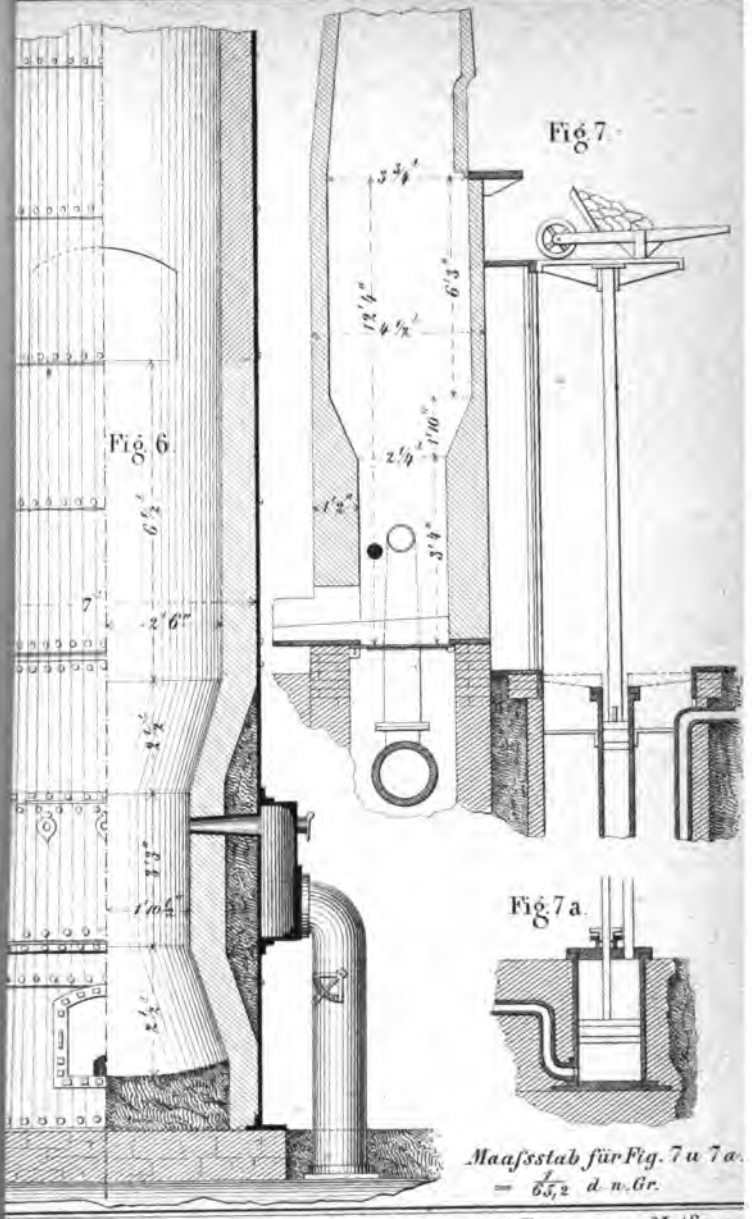


Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meiß

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

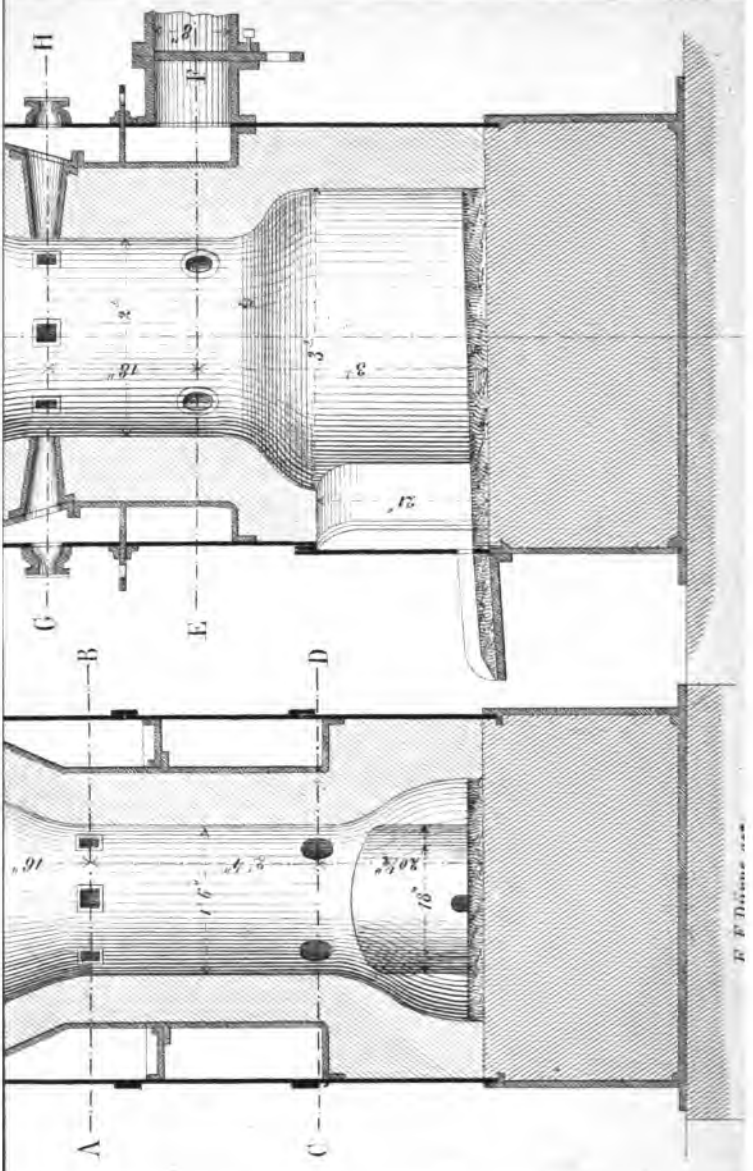


Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google



Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meissen

Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Fig. 8.

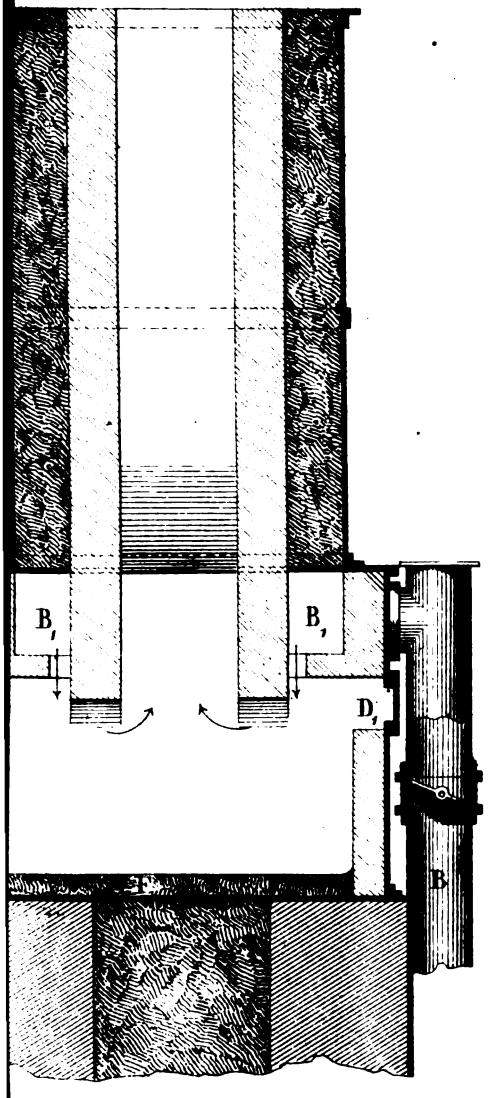
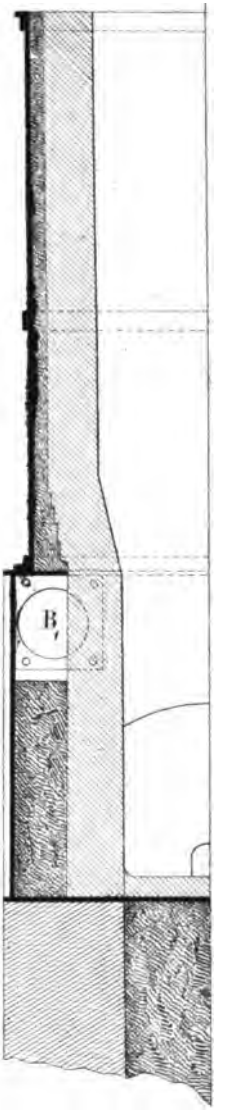


Fig. 9.



Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

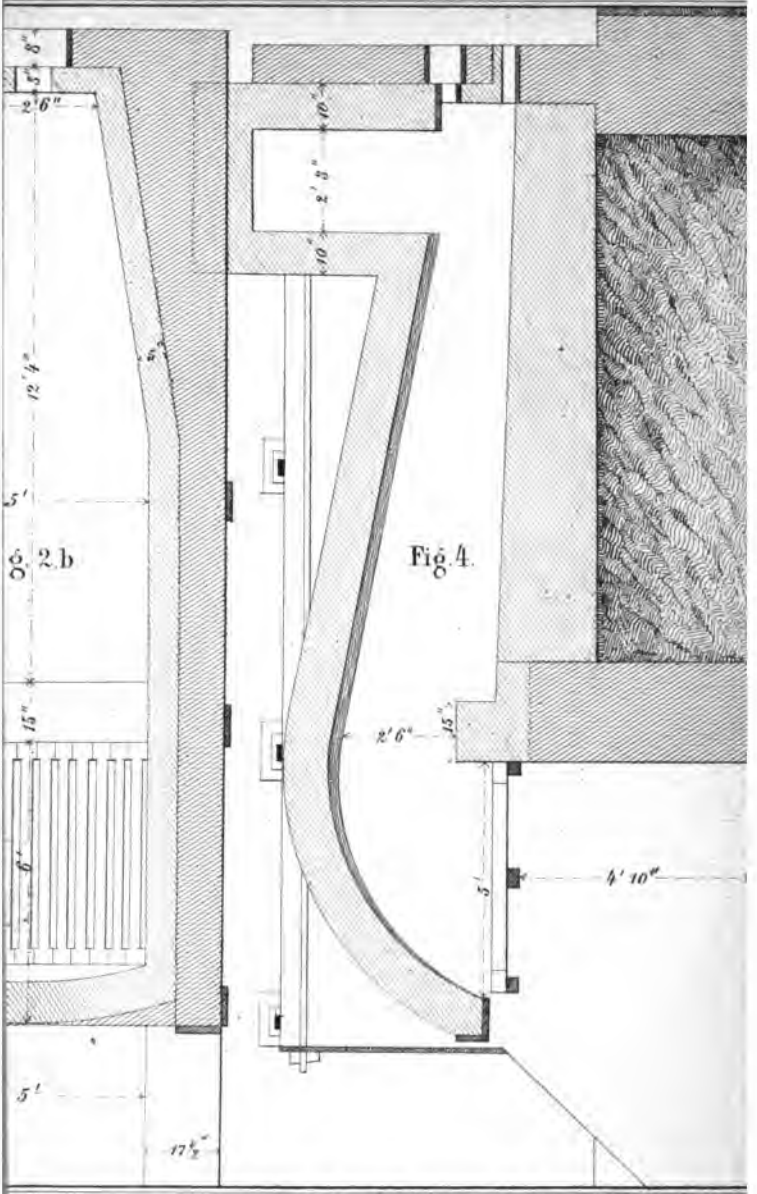


Fig. 2.b

Fig. 4.

Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifse

Digitized by Google

LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA.

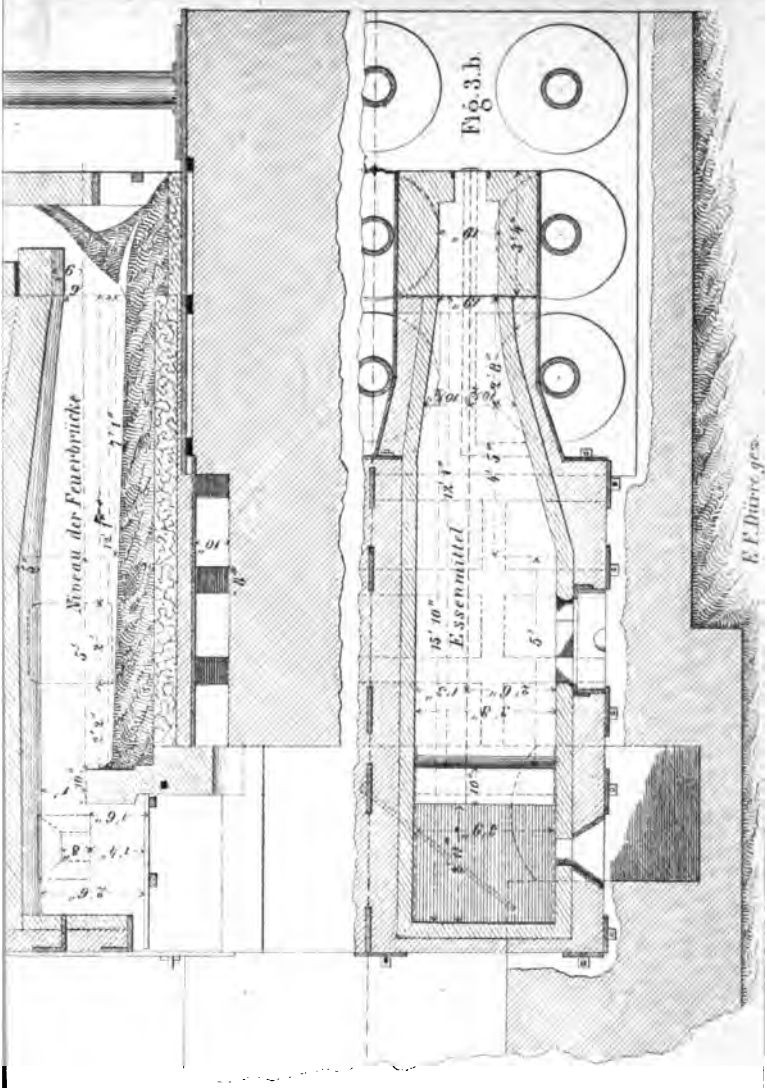
Digitized by Google

Verl.
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifsen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google



Maasstab für Fig. 3. – 1/64 nat. Gr.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 Fuss à 3/16" Rh.

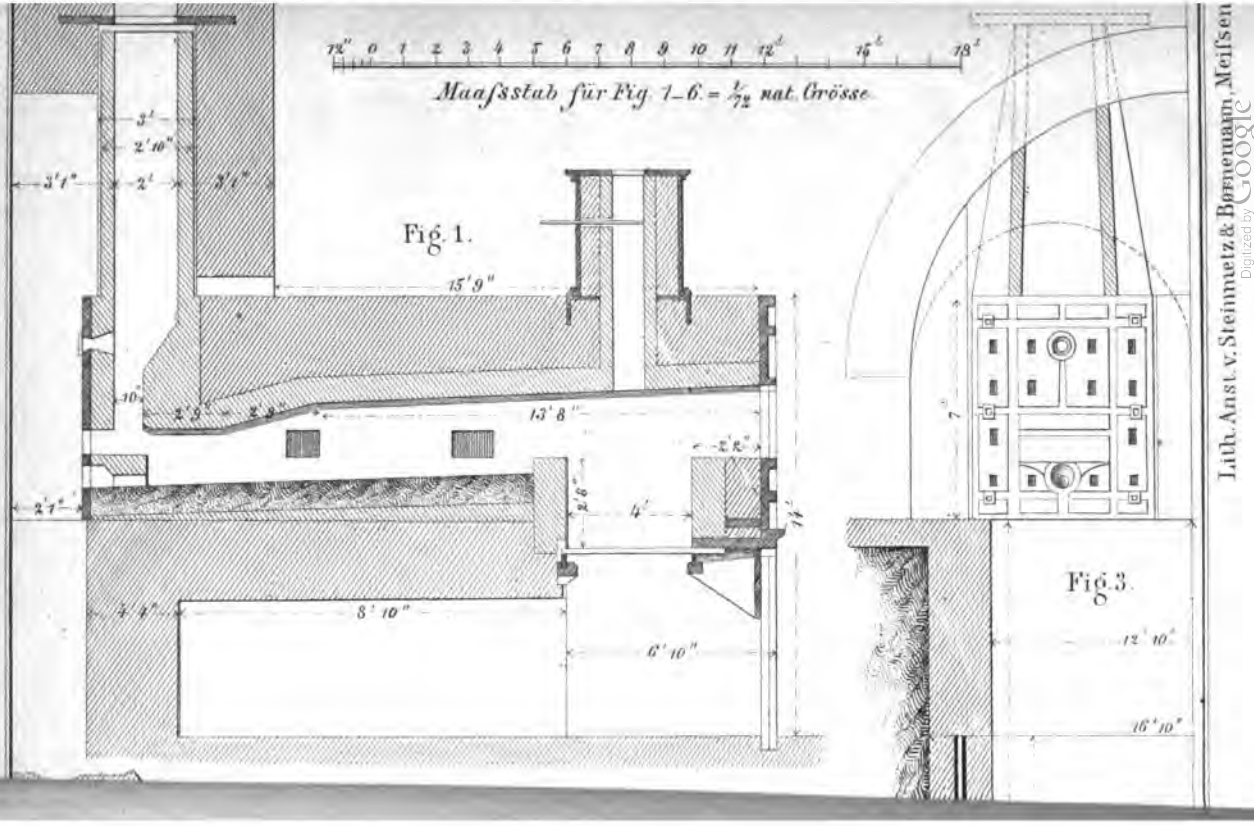
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meissen.

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Taf. XIII



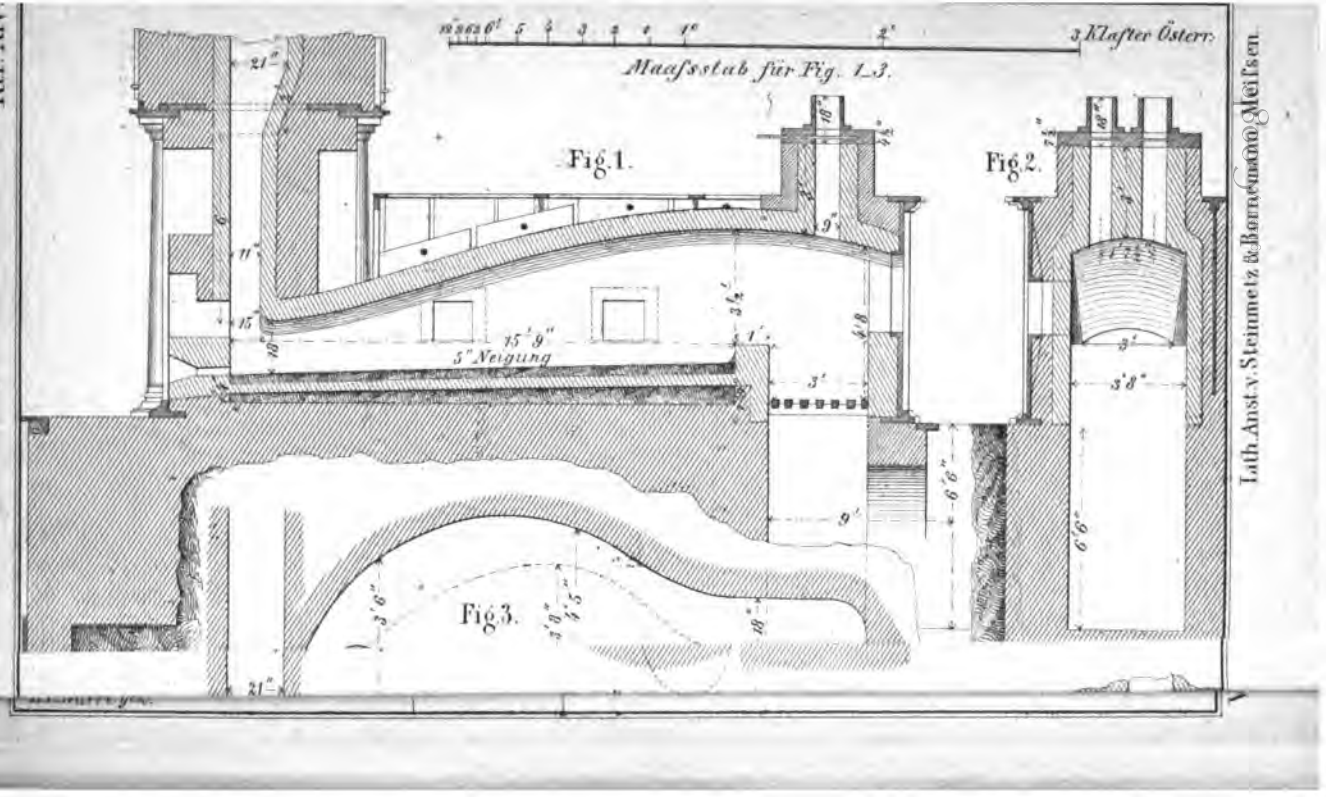
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meissen

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Taf. XIV

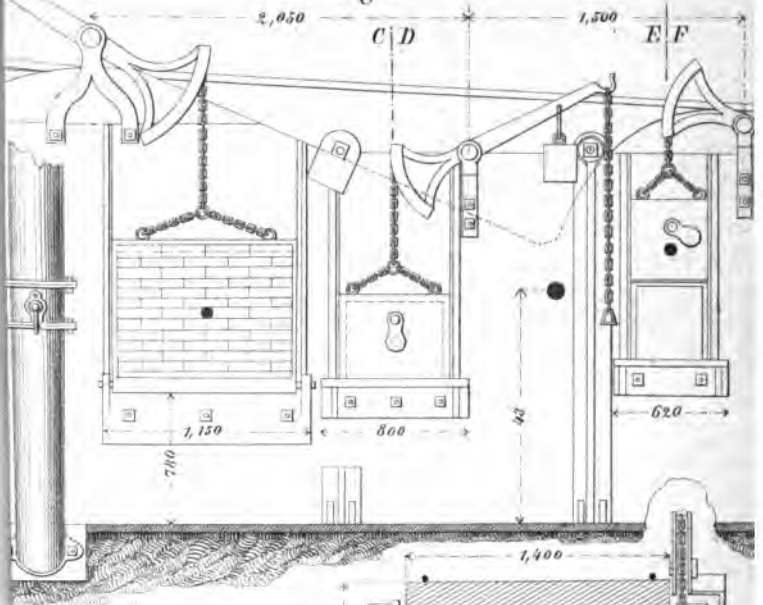


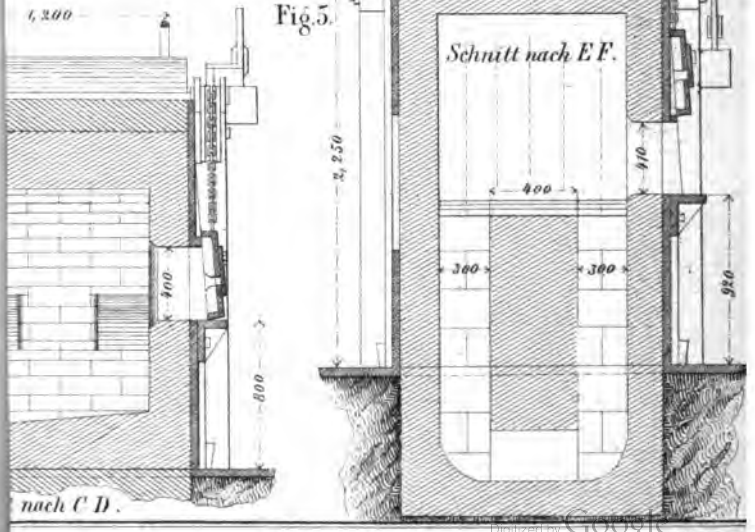
Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann in Meissen.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Fig. 1.





Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifse

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Digitized by Google

FREESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Fig. 9.

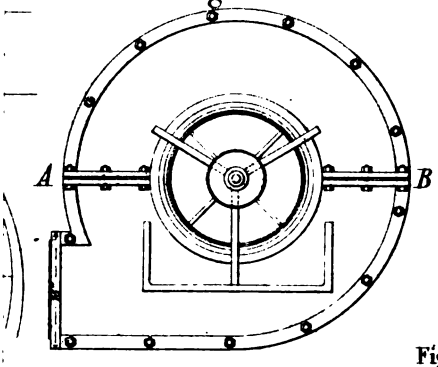


Fig. 11.

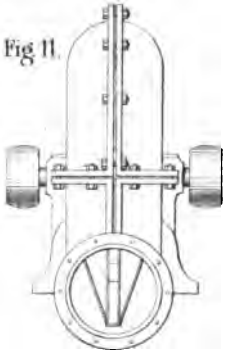


Fig. 10.

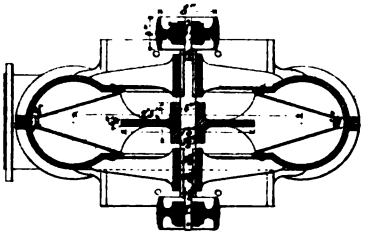


Fig. 12.

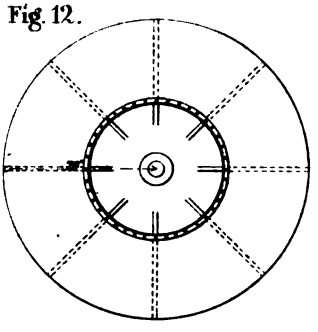


Fig. 15.

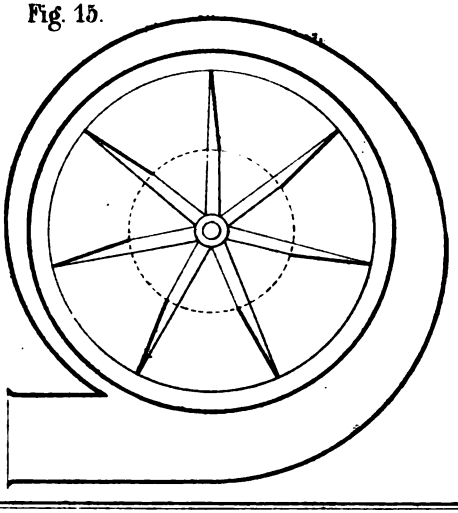
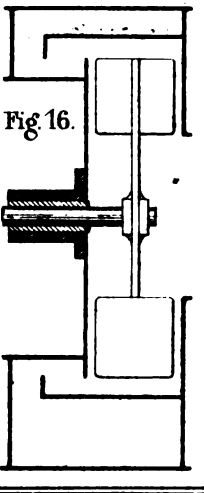


Fig. 16.



Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meiſse

Digitized by Google

Digitized by Google

Taf. XVIII.

Fig. 1.

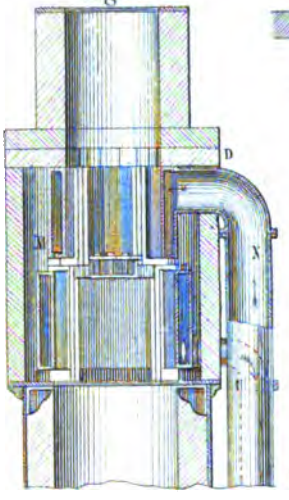


Fig. 2

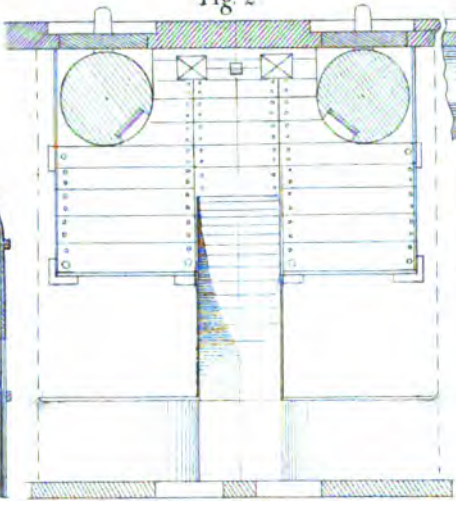


Fig. 2a.

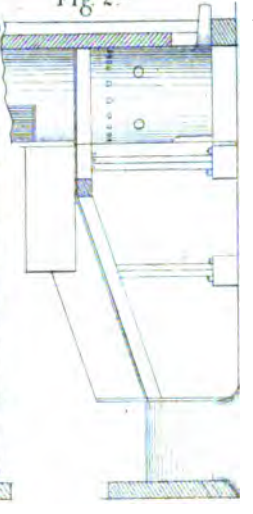


Fig. 3.

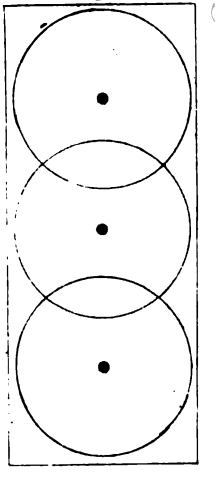


Fig. 11.

Lith. Anst. v. Stemmetz & Bornemann in Meissen.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Fig. 6.

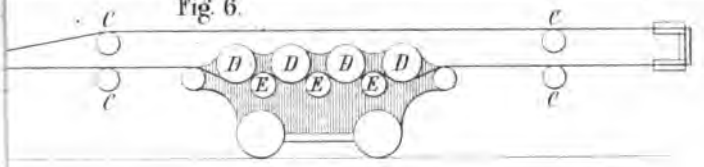


Fig. 8.

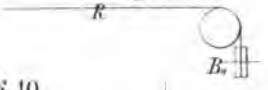


Fig. 13a.

Fig. 10.

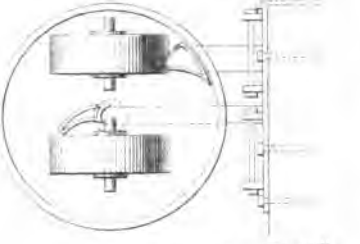


Fig. 12.

Fig. 9

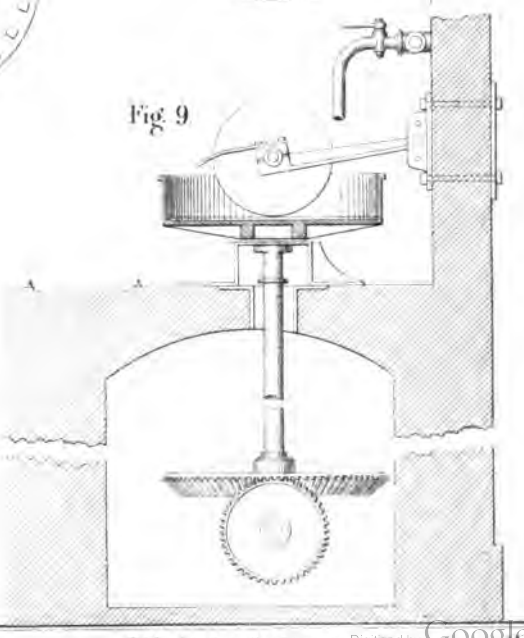


Fig. 11.

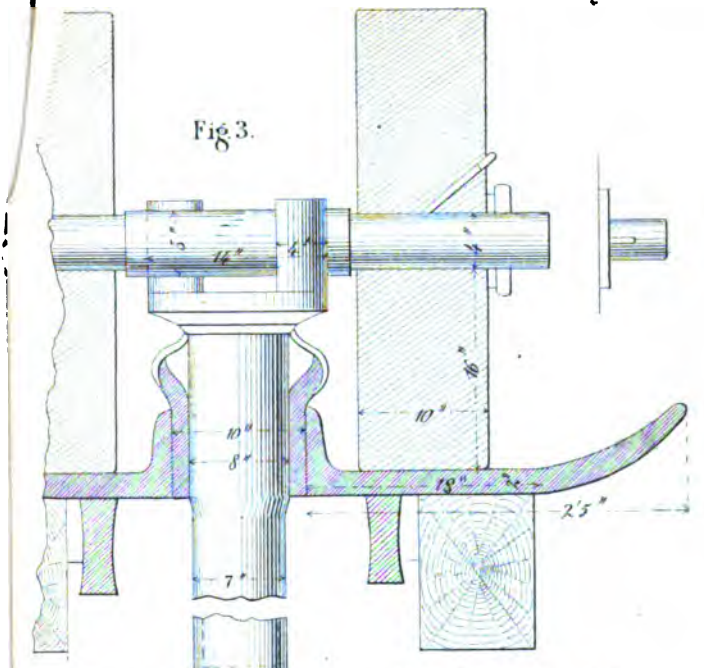
Lith Anst v Steinmetz & Bornemann, Meissen

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

Fig. 3.



48 Zähne
4 dtr.

Maafsstab für 3-5
½ n. Gr.

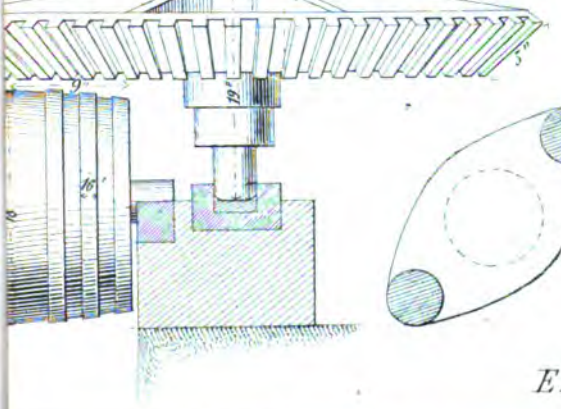
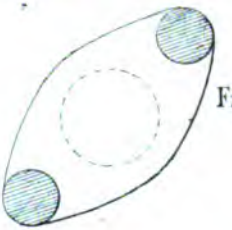


Fig. 5.



E F Dürre gez.

Lith. Anst. v. Steinmetz & Bornemann, Meifs

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

Digitized by Google

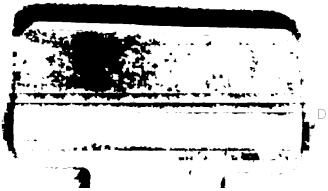
Digitized by Google

Digitized by Google

YB 298

43412

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY



Digitized by Google

Digitized by Google